



TUGAS AKHIR – SS141501

**PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK HERBISIDA
SIDAFOS 480SL DI PT. PETROSIDA GRESIK**

**ANNISA HASANAH ZIARIEPUTI
NRP 1313 100 085**

**Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Mashuri, M.T**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



TUGAS AKHIR – SS141501

**PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK HERBISIDA
SIDAFOS 480SL DI PT. PETROSIDA GRESIK**

**ANNISA HASANAH ZIARIEPUTI
NRP 1313 100 085**

**Dosen Pembimbing
Dr. Muhammad Mashuri, M.T**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**



FINAL PROJECT – SS141501

**QUALITY CONTROL OF HEBICIDE
SIDAFOS 480SL AT PT. PETROSIDA GRESIK**

**ANNISA HASANAH ZIARIEPUTI
NRP 1313 100 085**

**Supervisor
Dr. Muhammad Mashuri, M.T**

**UNDERGRADUATE PROGRAME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCE
INSTITUTE TECHNOLOGY OF SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK HERBISIDA SIDAFOS 480SL DI PT. PETROSIDA GRESIK

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Annisa Hasanah Ziariieputi
NRP. 1313 100 085

Disetujui oleh Pembimbing:
Dr. Muhammad Mashuri, M.T
NIP. 19620408 198701 1 001

()

Mengetahui,
Kepala Departemen




Dr. Suhartono
NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK HERBISIDA SIDAFOS 480SL DI PT. PETROSIDA GRESIK

Nama Mahasiswa : Annisa Hasanah Ziarieputi
NRP : 1313 100 085
Departemen : Statistika
Dosen Pembimbing : Dr. Muhammad Mashuri, M.T

Abstrak

Hasil dari pertanian dan perkebunan dipengaruhi banyak hal. Salah satu pengaruh terbesar pada baik dan buruknya hasil pertanian dan perkebunan adalah Herbisida. Dalam penelitian ini akan dilakukan penelitian di PT. Petrosida Gresik. Penelitian ini akan difokuskan pada herbisida Sidafos 480SL. Sidafos 480SL adalah herbisida purnatumbuh, herbisida tersebut berbentuk cair yang di ketahui berguna untuk mengendalikan gulma pada pertanaman kelapa sawit, kakao dan kopi. Sidafos 480SL adalah salah satu produk herbisida terlaris di pasaran. Dengan itu tujuan peneliti adalah untuk meningkatkan kualitas produk herbisida yang di hasilkan PT. Petrosida Gresik khususnya produk herbisida Sidafos 480SL. Dalam penelitian ini akan di lakukan analisis menggunakan peta kendali Generalized Variance dan peta kendali T^2 hotelling. Tetapi karena data tidak mengikuti distribusi normal multivariat maka peneliti melanjutkan penelitian menggunakan peta kendali lainnya yaitu MEWMA dan MEWMV yang robust terhadap data yang tidak normal multivariat. Hasil analisis menggunakan diagram kontrol MEWMV belum terkendali dengan $\omega=0.2$ $\lambda=0.4$ $L=3.3213$ karena terdapat 55 titik yang out of control. Pada diagram kontrol MEWMA juga belum terkendali dengan pembobot $\lambda=0.9$ dengan 44 titik out of control. Hasil kapabilitas proses secara multivariat tidak kapabel karena nilai Mppk kurang dari 1.

Kata Kunci : *Generalized Variance, Herbisida, MEWMA, MEWMV, T^2 hotelling*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

QUALITY CONTROL OF HERBISIDE SIDAFOS 480SL PRODUCT AT PT. PETROSIDA GRESIK

Name : Annisa Hasanah Ziarieputi
NRP : 1313 100 085
Department : Statistika
Supervisor : Dr. Muhammad Mashuri, M.T

Abstract

The result from agricultural influenced by many factors. One of the major influences on the good and bad result of agricultural products is Herbicide. In this research will be conducted at PT. Petrosida Gresik. This research will be focused on Sidafos 480SL herbicide. Sidafos 480SL is one of the Herbicide products form as yellow liquid. Sidafos 480SL useful for controlling weeds in plants like oil palm, cocoa and coffee. Sidafos 480SL is one of the bestselling herbicide products on the market. And with that, the researcher purpose is to improve the quality of herbicide products that produced by PT. Petrosida Gresik especially Sidafos 480SL. In this study we will analyze using Generalized Variance control chart and T^2 hotelling control chart, but because the data is not Normal Multivariate so the researcher continue the research using different control chart which is MEWMA and MEWMV that robust to the data that not Normal Multivariate. The result of analysis using control chart MEWMV is out of control with $\omega=0.2$ $\lambda=0.4$ $L= 3.3213$ because there is 55 points out of control. In MEWMV control charts showed that the process also out of control with $\lambda=0.9$ with 44 points out of control. The result of multivariate process performance capability are not capable because the M_{ppk} value less than 1.

Keywords: *Generalized Variance, Herbicide, MEWMA , MEWMV, T^2 hotelling*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, hidayah serta pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengendalian Kualitas Produk Herbisida Sidafos 480SL Di PT. Petrosida Gresik”** dengan baik dan lancar. Penulis menyadari bahwa pengerjaan laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Pada kesempatan kali ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang tua penulis dan keluarga yang tak henti-hentinya memberikan dukungan, penyemangat, pengorbanan serta doa untuk keberhasilan studi penulis.
2. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, M.T selaku dosen pembimbing yang banyak mengarahkan, memberikan masukan, selama proses penulisan laporan Tugas Akhir.
3. Bapak Suhartono selaku kepala Departemen Statistika ITS dan Bapak Sutikno selaku dosen wali penulis.
4. Ibu Diaz Fitra Aksioma, M.Si dan Ibu Dra. Wiwiek Setiahaju, M.S selaku dosen penguji yang banyak memberikan saran untuk laporan Tugas Akhir.
5. Mbak Rere selaku pembimbing dari perusahaan yang telah memberikan banyak bantuan selama pengerjaan Tugas Akhir.
6. Sahabat, teman teman penulis dan pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan saran, semangat serta doanya.

Tugas Akhir ini tentu saja tidak lepas dari kesalahan oleh karena itu penulis mohon maaf atas segala kekurangan. Semoga Tugas Akhir ini dapat menjadi sarana pembelajaran untuk semua pihak.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Uji Independensi	7
2.2 Uji Distribusi Normal Multivariat	8
2.3 Diagram Kontrol.....	8
2.3.1 <i>Generalized Variance</i>	9
2.3.2 T^2 Hotelling	10
2.3.3 <i>Multivariate Exponentially</i> <i>Weighted Moving Variance (MEWMV)</i>	10
2.3.4 <i>Multivariate Exponentially</i> <i>Weighted Moving Average (MEWMA)</i>	16
2.4 Kapabilitas Proses	17
2.5 Profil PT. Petrosida Gresik	18
2.6 Proses Produksi Sidafos 480SL.....	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data	21
3.2 Variabel Penelitian	21
3.3 Struktur Data	21
3.4 Langkah Analisis	21
3.5 Diagram Alir	23

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Deteksi kestabilan proses Sidafos 480SL	27
4.1.1 Statistika Deskriptif	27
4.1.2 Uji Independensi	28
4.1.3 Diagram Kontrol Generalized Variance	28
4.1.4 Diagram Kontrol T^2 Hotelling	29
4.1.5 Pengujian Normal Multivariat	30
4.1.6 Diagram Kontrol MEWMV	30
4.1.7 Diagram Kontrol MEWMA	34
4.2 Kapabilitas Proses	42
4.3 Identifikasi Penyebab <i>Out of Control</i>	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses Produksi Sidafos 480SL	19
Gambar 2.2 Produk Sidafos 480SL	20
Gambar 3.1 Diagram Alir	24
Gambar 4.1 Diagram Kendali <i>Generalized Variance</i>	29
Gambar 4.2 Diagram Kendali T^2 Hotelling	29
Gambar 4.3 Diagram kontrol MEWMV dengan $\omega=0.2$ dan $\lambda=0.2$	31
Gambar 4.4 Diagram Kendali MEWMV dengan $\omega =0,4$ dan $\lambda =0,4$	32
Gambar 4.5 Diagram Kendali MEWMV dengan $\omega =0,2$ dan $\lambda =0,4$	32
Gambar 4.6 Diagram Kendali MEWMA dengan $\lambda=0,1$	35
Gambar 4.7 Diagram Kendali MEWMA dengan $\lambda=0,2$	35
Gambar 4.8 Diagram Kendali MEWMA dengan $\lambda=0,3$	36
Gambar 4.9 Diagram Kendali MEWMA dengan $\lambda=0,4$	37
Gambar 4.10 Diagram Kendali MEWMA dengan $\lambda=0,5$	37
Gambar 4.11 Diagram Kendali MEWMA dengan $\lambda=0,6$	38
Gambar 4.12 Diagram Kendali MEWMA dengan $\lambda=0,7$	39
Gambar 4.13 Diagram Kendali MEWMA dengan $\lambda=0,8$	40
Gambar 4.14 Diagram Kendali MEWMA dengan $\lambda=0,9$	40

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	21
Tabel 3.2 Struktur Data	21
Tabel 4.1 Deskriptif Karakteristik Kualitas	27
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan nilai BKA-BKB pada MEWMV	33
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan nilai Max-BKB pada MEWMA	41
Tabel 4.4 Kapabilitas Proses Multivariat	42

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Data Proses Produksi Sidafos 480SL	49
Lampiran B Pengujian Independensi	53
Lampiran C Syntax Matlab <i>Generalized Variance</i>	54
Lampiran D Syntax Matlab T^2 Hotelling	56
Lampiran E Syntax R Uji Normal Multivariat	58
Lampiran F Syntax Matlab MEWMV	59
Lampiran G Diagram Kontrol MEWMV berbagai Pembobot	61
Lampiran H Tabel Nilai L diagram kontrol MEWMV	66
Lampiran I Kapabilitas Proses Univariate	67

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Petrosida Gresik merupakan perusahaan Agroindustri yang profesional, berpotensi dan berkembang di Indonesia. PT. Petrosida adalah anak perusahaan dari PT. Petrokimia Gresik (persero) perusahaan pupuk terbesar dan terlengkap di Indonesia. PT. Petrosida berdiri sejak tahun 1984 dengan memproduksi bahan aktif kimia untuk pertanian dan perkebunan pertama kali di Indonesia. PT. Petrosida menyediakan produk produk kimia pertanian sebagai contohnya produk Herbisida, Pestisida dan Fungisida serta bahan kimia untuk menunjang Industri Agrokimia(PT. Petrosida Gresik, 2015).

Dengan luas lahan pertanian dan perkebunan di Indonesia yang begitu besar sekitar 39 juta Ha(Hasanah, 2014), PT. Petrosida diharapkan dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Sehingga PT. Petrosida perlu untuk terus meningkatkan kualitas produknya. Maka dari itu, kelancaran dan kesempurnaan dalam proses produksi perlu diperhatikan untuk mencapai tujuan ini. Statistika banyak memiliki peranan dalam hal ini, misalnya dalam proses pengumpulan data, pengolahan data, interpretasi, maupun pengambilan keputusan. Selain itu, dalam memproduksi sebuah produk, PT. Petrosida membutuhkan suatu *quality control* untuk menghasilkan suatu produk yang memiliki kualitas yang kokoh dan memenuhi standar kualitas yang telah di tentukan oleh PT. Petrosida.

Kualitas merupakan kemampuan sebuah produk atau jasa untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Kualitas dapat di pandang sebagai pemenuhan standard pembuatan produk dengan benar sejak awal. Setiap perusahaan di tuntut untuk dapat menghasilkan kualitas produk yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan pelanggan agar kepuasan pelanggan dapat tercapai, sehubungan dengan hal itu, peningkatan kualitas perlu dilakukan karena sangat membantu perusahaan dalam meningkatkan produktivitas, penurunan *rework*, bahan yang terbuang, dan biaya garansi (Heizer & Render, 2009).

Dalam penelitian ini di ambil produk herbisida. Jenis herbisida yang di produksi oleh PT. Petrosida Gresik sangat banyak mulai dari Sidafos, Sidamin, Sidatop dan lain lain. Konsentrasi dari masing-masing produk juga bermacam-macam. Herbisida yang di pilih pada penelitian ini adalah Sidafos 480SL. Sidafos 480SL adalah produk herbisida terlaris di pasaran. Sidafos adalah herbisida purna tumbuh yang di produksi oleh PT. Petrosida Gresik. Herbisida tersebut berbentuk cair berwarna kuning, bahan aktif yang digunakan pada herbisida Sidafos 480SL adalah IPA Glifosat dengan formulasi *soluble liquid*. Herbisida tersebut diketahui berguna untuk mengendalikan gulma pada pertanaman kelapa sawit, kakao dan kopi. Sehingga gulma tersebut tidak mengganggu pertumbuhan tanaman kelapa sawit, kakao dan kopi. Gulma sendiri adalah tumbuhan yang kehadirannya tidak diinginkan pada lahan pertanian karena menurunkan hasil yang bisa dicapai oleh tanaman produksi. Contoh gulma adalah alang alang.

Proses produksi dari Herbisida Sidafos 480SL ini adalah yang pertama pencampuran bahan bahan baku yang diperlukan yaitu sulfaktan, pengental, Ipa glifosat dan bahan penolong. Selanjutnya setelah bahan bahan di campurkan ke dalam mesin *mixing*, dilakukan *mixing* bahan bahan tersebut selama kurang lebih 1,5 jam. Setelah dilakukan *mixing* bahan bahan tersebut di dalam mesin *mixer* kemudian dilakukan *Quality control*. Produk di anggap homogen, sehingga *sampling* diambil 1L dari produk yang telah di *mixing* dan di bawa kedalam laboratorium. Dari 1L *sampling* yang telah diambil 300ml diambil untuk viskositas, 200ml diambil untuk pH, dan 500ml diambil untuk SG dan konsentrasi. Setelah dilakukan pengecekan di lab jika ada yang melewati batas spesifikasi maka akan di selidiki penyebabnya kemudian diperbaiki dan diproses ulang. Jika setelah diperiksa dan tidak ada variabel yang melewati batas spesifikasi maka data dicatat.

Salah satu alat yang dapat digunakan untuk pengendalian kualitas secara statistik adalah diagram kendali. Terdapat dua jenis diagram kendali yaitu diagram kendali *univariate* dan diagram kendali *multivariate*. Diagram kendali *univariate* digunakan untuk satu karakteristik kualitas sedangkan diagram kendali *multivariate*

te digunakan untuk dua atau lebih karakteristik kualitas (Heizer & Render, 2009).

Penelitian sebelumnya di lakukan oleh Fitria (2014) mengenai implementasi grafik pengendalian *multivariate T²hotelling* terhadap kualitas produk kertas *newsprint* di PT. Adiprima Suraprinta, berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, dapat di simpulkan bahwa pengontrolan proses produksi kertas jenis *Newsprint Paper* pada periode 1 Agustus 2010 - 7 Agustus 2010 di PT. Adiprima Suraprinta keluar dari batas kontrol. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan grafik pengendalian Multivariat T²-Hotelling diperoleh 5 pengamatan subgroup yang keluar dari UCL sebesar 13,55. Lima subgroup tersebut nilainya melebihi UCL. Data yang *out of control* dapat disebabkan karena beberapa hal diantaranya adalah faktor lingkungan, bahan, mesin, operator maupun metode. Masing-masing faktor tersebut mempunyai penyebab tersendiri.

Selain itu penelitain sebelumnya dilakukan oleh Aulia (2014) mengenai pengendalian kualitas produk pupuk organik Granul di Desa Kebonagung menggunakan diagram kontrol T²-Hotelling, *quality control* yang telah dilakukan CV.Agro Sumber Subur tidak dilakukan dengan baik sehingga banyak terjadi produk cacat pada produk yang dihasilkan. Dari hasil penelitain didapatkan mean dan variabilitas tidak stabil kemudian dilakukan penghapusan data *out of control* tiga kali hingga data *in control*. Selain itu penelitian sebelumnya juga dilakukan oleh setiawan & Supriyanto (2011) mengenai perbaikan kualitas pada produksi pupuk dengan pendekatan *six sigma* di PT. Petrokimia. Hasil dalam penelitian ini adalah diketahuinya 6 jenis *defect* yang terjadi pada pupuk NPK Phonska, dan terpilih 3 jenis *defect* yang menjadi CTQ (*Critical to Quality*), yaitu herbisida menggumpal (*caking*), berat *packaging* herbisida yang tidak sesuai, dan karung herbisida rusak. Dan didapatkan alternatif solusi yang terbaik berdasarkan *Value Management* yang mempertimbangkan fungsi *cost* dan *performance* dari beberapa alternatif solusi yang ada, sehingga dapat menjadi perbaikan untuk mengatasi cacat produk.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah diagram kontrol *Improved Generalized Variance* Dan *T²-Hotelling*

akan tetapi dikarenakan data yang tidak mengikuti distribusi normal multivariat maka metode yang digunakan ditambah dengan diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance*(MEWMV) dan *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average*(MEWMA). Penelitian ini di harapkan dapat dapat menjadi bahan evaluasi dan masukan untuk PT. Petrosida Gresik pada pengendalian kualitas produk yang di produksi khususnya pada herbisida Sidafos 480SL. Sehingga dalam waktu mendatang PT. Petrosida Gresik dapat meningkatkan kualitas dari produk yang di hasilkan khususnya prduk herbisida sidafos 480SL.

1.2 Rumusan Masalah

PT. Petrosida Gresik merupakan salah satu perusahaan pupuk terbesar dan terlengkap di Indonesia. Maka diharapkan produk yang di produksi oleh PT. Petrosida Gresik berkualitas baik agar memenuhi kebutuhan pasar di Indonesia. Permintaan yang besar menyebabkan bahan bahan berasal dari produsen yang beragam sehingga variansnya beragam. Agar tujuan tersebut tercapai maka perlu di lakukan pengendalian kualitas secara statistik. Pengendalian kualitas yang telah dilakukan PT. Petrosida Gresik dilakukan inspeksi hanya dengan batas spesifikasi yang telah ada. Sehingga dalam penelitian ini akan dilakukan pengendalian kualitas lebih lanjut secara statistik dengan diagram kontrol multivariat karena variabel saling berkorelasi dan hasil lebih sensitif dibandingkan secara *univariate*. Metode yang digunakan adalah diagram kontrol *Generalized Variance* untuk mengendalikan variabilitas proses dan diagram kontrol T^2 Hotelling untuk mengendalikan *mean* proses. Akan tetapi hasil pengujian asumsi menunjukkan bahwa data tidak mengikuti distribusi normal multivariat sehingga metode ditambahkan dengan diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance*(MEWMV) dan *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA), diagram kontrol tersebut *robust* terhadap data yang tidak mengikuti distribusi normal multivariat.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mendeteksi kestabilan proses produksi sidafos 480SL.
2. Untuk menentukan kapabilitas proses produksi sidafos 480SL.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi PT. Petrosida Gresik untuk meningkatkan kualitasnya sehingga mampu memenuhi kebutuhan masyarakat.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan di dalam penelitian ini yaitu produk yang digunakan dalam penelitian hanya produk herbisida Sidafos 480SL di PT. Petrosida Gresik yang di produksi dari bulan Juli 2016 hingga April 2017. Dari 4 variabel yang ada yaitu Sg, *Concentration*, pH dan Viskositas akan tetapi yang dipakai hanya 3 variabel yaitu *Concentration*, pH dan Viskositas karena nilai sg adalah nilai yang harus dicapai.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uji Independensi

Pengujian independensi bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara semua variabel data pengamatan dalam kasus multivariat. Uji independensi yang digunakan adalah uji *Bartlett*. Hipotesis yang digunakan dalam uji *Bartlett* sebagai berikut (Morrison, 1990).

$H_0 : \mathbf{R} = \mathbf{I}$ (Variabel tidak berkorelasi)

$H_1 : \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (Variabel saling berkorelasi)

Statistika uji dalam uji *Bartlett* dituliskan dalam rumus berikut

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

keterangan:

m = jumlah observasi ($i = 1, 2, \dots, m$)

p = jumlah variabel ($j = 1, 2, \dots, p$)

\mathbf{R} = matriks korelasi antar variabel

$$= \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & r_{13} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & 1 & r_{22} & \cdots & r_{2p} \\ r_{31} & r_{32} & 1 & \cdots & r_{3p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{p1} & r_{p2} & r_{p3} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

dimana:

$$r_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_{ji} - \bar{x}_j)(x_{ki} - \bar{x}_k)}{(m-1)S_{xj}S_{xk}} \quad (2.3)$$

$$S_{xj} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (x_{ji} - \bar{x}_j)^2}{m-1}} \quad (2.4)$$

Daerah penolakan H_0 yaitu saat $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{\left(\alpha, \frac{1}{2}p(p-1)\right)}$ pada taraf

signifikan α sehingga variabel pengamatan dapat dikatakan saling berhubungan dan dapat dilakukan analisis multivariat.

2.2 Uji Distribusi Normal Multivariat

Pengujian normal multivariat dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil pengamatan mengikuti distribusi normal atau tidak. Suatu pengamatan x_1, x_2, \dots, x_p mempunyai distribusi normal multivariat dengan parameter μ dan Σ jika memiliki fungsi densitas/kepadatan peluang adalah sebagai berikut.

$$f(x) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(x-\mu)' \Sigma^{-1}(x-\mu)} \quad (2.5)$$

Pengujian distribusi normal multivariat dilakukan dengan pengujian *Saphiro Wilk* sebagai berikut.

Hipotesis :

H_0 : x_1, x_2, \dots, x_p berdistribusi normal multivariat

H_1 : x_1, x_2, \dots, x_p tidak berdistribusi normal multivariat

Statistik uji :

$$W = \frac{(\sum_{p=1}^n a_p \mathbf{X}_p)^2}{\sum_p (\mathbf{X}_p - \bar{x})^2} \quad (2.6)$$

dengan nilai a_p adalah sebagai berikut.

$$a_p = \frac{\mathbf{M}^T \mathbf{V}^{-1}}{(\mathbf{M}^T \mathbf{V}^{-1} \mathbf{V}^{-1} \mathbf{M})^{1/2}} \quad (2.7)$$

dimana:

\mathbf{M}^T = vektor nilai harapan normal standar statistik terurut

\mathbf{V} = matriks varian kovarians $n \times n$

\mathbf{X}_p = vektor amatan acak terurut

sehingga dikatakan mengikuti distribusi normal multivariat jika nilai statistik uji W mendekati 1, namun jika nilai statistik uji W kecil atau jauh dari 1 maka dikatakan tidak mengikuti distribusi normal multivariat. Selain itu dapat dilihat jika p -value kurang dari α , maka data tidak mengikuti distribusi normal multivariat (Shapiro & Wilk, 1965).

2.3 Diagram kontrol

Diagram kontrol yang dipakai dalam penelitian ini adalah diagram kontrol *Generalized Variance* dan MEWMV untuk mengendalikan variabilitas proses dan diagram kontrol T^2 Hotelling

dan MEWMA untuk mengendalikan mean proses. Berikut adalah diagram kontrol *Generalized Variance*.

2.3.1 Generalized Variance

Diagram kendali ini dengan berdasar pada selisih antar vektor pengamatan berturut turut sebagai berikut.

$$D = SS_{m+1} - SS_m \quad (2.8)$$

Dimana, SS_k diketahui matriks dengan $k=m, m+1$

$$SS_k = \sum_{i=1}^k (X_i - \bar{X}_k)(X_i - \bar{X}_k)^t \quad (2.9)$$

$$\bar{X}_k = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k X_i \quad (2.10)$$

Diagram kendali dapat disusun dengan menghitung nilai statistik F dengan persamaan sebagai berikut.

$$F = \sqrt{\text{Tr}(D^2)} \quad (2.11)$$

Batas Kendali Atas (BKA) dan Batas Kendali Bawah (BKB) untuk diagram kendali *generalized variance* untuk pengamatan individu berikut ini

$$\text{BKA} = cX_r^2$$

$$\text{Dengan } c = \frac{\text{Tr}(s_m^2)}{\text{Tr}(s_m)} \text{ dan } r = \frac{\{\text{Tr}(s_m)\}^2}{\text{Tr}(s_m^2)}$$

$$\text{BKB} = 0$$

Matriks kovarian pada diagram *Generalized Variance* yaitu

$$S_2 = \frac{1}{2} \frac{V'V}{(m-1)}$$

dimana,

$$V_i = X_{i+1} - X_i, i = 1, 2, \dots, m-1$$

V_i adalah vektor selisih antara vektor data ke-i dan vektor data ke i+j, dalam matrik *successive different* ditulis sebagai berikut.

$$V = \begin{bmatrix} v'_1 \\ v'_2 \\ \vdots \\ v'_{m-1} \end{bmatrix}$$

2.3.2 T² Hotelling

Selanjutnya adalah Diagram kontrol/Diagram kontrol T² Hotelling. Diagram kontrol T² Hotelling Individual merupakan salah satu diagram kendali multivariat berdasarkan pengamatan individu. Diagram kendali ini mendeteksi pergeseran mean proses dengan menggunakan vektor mean sampel dan matriks kovariansi. Berikut adalah perhitungan untuk nilai T² Hotelling Individual.

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

dimana \bar{x} merupakan vektor mean sampel dan S merupakan matriks kovarians sampel. Pada data observasi yang bersifat individu, untuk sejumlah m observasi maka matriks kovarians sampel diestimasi dengan persamaan sebagai berikut.

$$S = \frac{V'V}{2(m-1)} \quad (2.12)$$

Matriks V diperoleh dari nilai v_i yang merupakan matriks selisih antar observasi.

$$V = \begin{bmatrix} v'_1 \\ v'_2 \\ \vdots \\ v'_{m-1} \end{bmatrix} \quad (2.13)$$

$$v_i = x_{i+1} - x_i, i = 1, 2, \dots, m \quad (2.14)$$

Batas kendali yang digunakan dalam penelitian ini adalah

$$\text{Batas Kendali Atas (UCL): } \frac{(m-1)^2}{m} \beta_{\alpha, \frac{p}{2}, (m-p-1)/2}$$

Batas Kendali Bawah (LCL): 0

2.3.3 Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance (MEWMV)

Selanjutnya adalah Diagram kontrol/Diagram kontrol Diagram kontrol *multivariate exponentially weighted moving variance* (MEWMV) digunakan untuk memonitor sebuah proses dari segi variabilitas tanpa adanya asumsi tidak terjadi perubahan rata-rata proses selama periode pengontrolan berlangsung. Diagram

ini dapat mendeteksi terjadinya perubahan variabilitas proses secara sensitif tanpa dipengaruhi oleh perubahan rata-rata proses. Diagram kendali MEWMV dibentuk dari persamaan berikut.

$$V_n = \omega(x_n - y_n)(x_n - y_n)' + (1 - \omega)V_{n-1} \quad (2.15)$$

dimana ω merupakan nilai pembobot bernilai $0 < \omega < 1$ dan $V_0 = (x_1 - y_1)(x_1 - y_1)^T$. Estimasi dari y_n untuk perubahan rata-rata proses pada waktu ke n dapat dilihat pada persamaan berikut (Lowry, Woodall, Champ, & Rigdon, 1992).

$$y_n = \lambda x_n + (1 - \lambda)y_{n-1} \quad (2.16)$$

dengan $y_0 = 0$ dan $0 < \lambda < 1$.

Untuk mendeteksi terjadinya perubahan dalam matriks kovarian harus didefinisikan :

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \text{ dengan } \mathbf{x}_n = \begin{bmatrix} x_{1n} \\ x_{2n} \\ \vdots \\ x_{np} \end{bmatrix} \text{ dan } \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

dimana p adalah banyaknya karakteristik kualitas dan n banyaknya pengamatan yang dilakukan. Untuk mengetahui perubahan dalam matriks kovarians maka harus didefinisikan suatu matriks \mathbf{C} . Matriks \mathbf{C} merupakan matriks diagonal berukuran $n \times n$ dengan ω sebagai elemennya dimana ω adalah *smoothing constant*. Matriks ini menunjukkan suatu nilai pembobot dari \mathbf{V}_n yang dapat dituliskan :

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

Untuk masing-masing nilai n , persamaan (2.15) dapat dijabarkan sebagai berikut.

Untuk $n = 1$,

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

Untuk $n = 2$,

$$V_2 = \omega(x_2 - y_2)(x_2 - y_2)' + \omega(1 - \omega)(x_1 - y_1)(x_1 - y_1)' + (1 - \omega)^2 V_0$$

Untuk $n = 3$,

$$V_3 = \omega(x_3 - y_3)(x_3 - y_3)' + \omega(1 - \omega)(x_2 - y_2) + \omega(1 - \omega)^2(x_1 - y_1)(x_1 - y_1)' + (1 - \omega)^2 V_0$$

Begitu seterusnya berlaku untuk semua pengamatan. Dengan demikian secara umum persamaan (2.15) dapat dituliskan sebagai berikut.

$$V_n = \sum_{i=1}^n \omega(1 - \omega)^{n-i} (x_i - y_i)(x_i - y_i)' + (1 - \omega)^n V_0 \quad (2.18)$$

Persamaan (2.16) juga memiliki penjabaran yang serupa dengan persamaan (2.15). Ketika masing-masing nilai n dimasukkan ke dalam persamaan (2.16) maka akan didapatkan nilai y_n sebagai berikut.

Untuk $n = 1$,

$$y_1 = \lambda x_1$$

Untuk $n = 2$,

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

Untuk $n = 3$,

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

Begitu seterusnya berlaku untuk semua pengamatan. Secara umum, persamaan (2.16) dapat diubah menjadi persamaan berikut.

$$y_n = \sum_{i=1}^n \lambda(1 - \lambda)^{n-i} x_i \quad (2.19)$$

Dengan memasukkan persamaan (2.19) ke dalam $x_i - y_i$ maka dapat dituliskan :

$$\begin{aligned}
x_i - y_i &= x_i - \sum_{j=1}^i \lambda(1-\lambda)^{i-j} x_j \\
&= (1-\lambda)x_i - \lambda(1-\lambda)x_{i-1} - \dots \\
&\quad - \lambda(1-\lambda)^{i-1}x_1; i = 1, 2, \dots, n
\end{aligned} \tag{2.20}$$

Jika persamaan (2.16) dituliskan dalam bentuk matriks adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
(\mathbf{X} - \mathbf{Y}) &= \begin{bmatrix} (x_1 - y_1)^T \\ (x_2 - y_2)^T \\ \vdots \\ (x_n - y_n)^T \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} (1-\lambda)x_1 \\ (1-\lambda)x_2 - \lambda(1-\lambda)x_1 \\ \vdots \\ (1-\lambda)x_t - \lambda(1-\lambda)x_{t-1} - \dots - \lambda(1-\lambda)^{n-1}x_1 \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} 1-\lambda & 0 & \dots & 0 \\ -\lambda(1-\lambda) & 1-\lambda & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -\lambda(1-\lambda)^{n-1} & \dots & -\lambda(1-\lambda) & 1-\lambda \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1^T \\ \mathbf{x}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{x}_n^T \end{bmatrix} \\
&= (\mathbf{I}_n - \mathbf{M})\mathbf{X}
\end{aligned} \tag{2.17}$$

\mathbf{I}_n merupakan matrik identitas berukuran $n \times n$ yang dapat dituliskan,

$$\mathbf{I}_n = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Dengan \mathbf{M} adalah matrik segitiga bawah berukuran $n \times n$ dengan λ sebagai elemennya, dimana λ adalah pembobot yang telah ditetapkan.

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} \lambda & 0 & \cdots & 0 \\ \lambda(1-\lambda) & \lambda & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda(1-\lambda)^{n-1} & \cdots & \lambda(1-\lambda) & \lambda \end{bmatrix}$$

Persamaan (2.14) dapat juga dituliskan sebagai berikut.

$$\mathbf{V}_n = (\mathbf{X} - \mathbf{Y})' \mathbf{C} (\mathbf{X} - \mathbf{Y}) \quad (2.18)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2.17) ke dalam persamaan (2.18) maka dapat diperoleh,

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_n &= \mathbf{X}' (\mathbf{I}_n - \mathbf{M})' \mathbf{C} (\mathbf{I}_n - \mathbf{M}) \mathbf{X} \\ &= \mathbf{X}' \mathbf{Q} \mathbf{X} \end{aligned} \quad (2.21)$$

dimana \mathbf{Q} adalah matriks bujur sangkar dengan ukuran $n \times n$

$$\begin{aligned} \mathbf{Q} &= (\mathbf{I}_n - \mathbf{M})' \mathbf{C} (\mathbf{I}_n - \mathbf{M}) \\ &= \begin{bmatrix} q_{11} & \cdots & q_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1} & \cdots & q_{nn} \end{bmatrix}; 1 \leq i; j \leq n \end{aligned}$$

Dari persamaan (2.21) dapat dicari nilai $\text{tr}(\mathbf{V}_n)$ dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \text{tr}(\mathbf{V}_n) &= \text{tr}(\mathbf{X}' \mathbf{Q} \mathbf{X}) \\ &= \text{tr}(\mathbf{Q} \mathbf{X} \mathbf{X}') \end{aligned} \quad (2.22)$$

dengan,

$$\begin{aligned} \mathbf{Q} \mathbf{X} \mathbf{X}' &= \begin{bmatrix} q_{11} & \cdots & q_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1} & \cdots & q_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{p1} & \cdots & x_{pn} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} q_{11} & \cdots & q_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1} & \cdots & q_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \sum_{k=1}^p x_{1k} x_{1k} & \sum_{k=1}^p x_{1k} x_{2k} & \cdots & \sum_{k=1}^p x_{1k} x_{nk} \\ \sum_{k=1}^p x_{1k} x_{2k} & \sum_{k=1}^p x_{2k} x_{2k} & \cdots & \sum_{k=1}^p x_{2k} x_{nk} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{k=1}^p x_{1k} x_{nk} & \sum_{k=1}^p x_{2k} x_{nk} & \cdots & \sum_{k=1}^p x_{nk} x_{nk} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui,

$$\begin{aligned} \text{tr}(\mathbf{V}_n) &= \sum_{j=1}^n q_{1j} \left(\sum_{k=1}^p x_{1k} x_{jk} \right) + \sum_{j=1}^n q_{2j} \left(\sum_{k=1}^p x_{2k} x_{jk} \right) + \cdots + \sum_{j=1}^n q_{nj} \left(\sum_{k=1}^p x_{nk} x_{jk} \right) \\ &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij} \left(\sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk} \right) \end{aligned} \quad (2.23)$$

Pada saat $p = 1$ maka persamaan $\text{tr}(\mathbf{V}_n)$ akan menjadi persamaan EWMV. Saat proses dalam keadaan terkendali dapat ditunjukkan dari nilai $E(\text{tr}(\mathbf{V}_n))$.

$$\begin{aligned} E[\text{tr}(\mathbf{V}_n)] &= \sum_{i=1}^n q_{ii} E \left(\sum_{k=1}^p x_{ik}^2 \right) + \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n q_{ij} E \left(\sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk} \right) \\ &= p \sum_{i=1}^n q_{ii} = p \text{tr}(\mathbf{Q}) \end{aligned}$$

Nilai $E[\text{tr}(\mathbf{V}_n)]$ akan konvergen ke $E(\mathbf{V}_n) = \frac{2(1-\lambda)^2 \Sigma}{2-\lambda}$ untuk $n \rightarrow \infty$. Untuk mendapatkan batas kendali dari $\text{tr}(\mathbf{V}_n)$ harus didapatkan nilai $\text{Var}[\text{tr}(\mathbf{V}_n)]$ terlebih dahulu.

$$\begin{aligned} \text{Var}[\text{tr}(\mathbf{V}_n)] &= \text{Var} \left[\sum_{i=1}^n q_{ii} \sum_{k=1}^p x_{ik}^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j < i}^n q_{ij} \sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk} \right] \\ &= \sum_{i=1}^n q_{ii}^2 \text{Var} \left(\sum_{k=1}^p x_{ik}^2 \right) + 4 \sum_{i=1}^n \sum_{j < i}^n q_{ij}^2 \text{Var} \left(\sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk} \right) \\ &= 2p \sum_{i=1}^n q_{ii}^2 + 4p \sum_{i=1}^n \sum_{j < i}^n q_{ij}^2 \\ &= 2p \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij}^2 \end{aligned}$$

Persamaan (2.24) akan menjadi batas yang memungkinkan untuk setiap n dan batas diagram berdasarkan $\text{tr}(\mathbf{V}_n)$ yaitu.

$$E[\text{tr}(\mathbf{Vn})] \pm L \sqrt{\text{Var}[\text{tr}(\mathbf{Vn})]} = p \cdot \text{tr}(\mathbf{Q}) \pm L \sqrt{2p \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij}^2} \quad (2.24)$$

dimana L merupakan konstanta yang bergantung pada p (banyaknya karakteristik kualitas) dan nilai ω dan λ yang telah ditentukan sebelumnya. Nilai batas diagram MEWMV dilakukan melalui simulasi Monte Carlo dengan *Average Run Length* (ARL₀) 370 (Huwang, 2007).

2.3.4 Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA)

Selanjutnya adalah Diagram kontrol MEWMA. Diagram kontrol MEWMA digunakan untuk mendeteksi pergeseran rata-rata proses yang kecil pada data multivariat dengan sampel individual. Diagram kontrol MEWMA mengakumulasi informasi yang didapat dari masa lampau, sehingga membuat diagram kontrol MEWMA lebih sensitif untuk mendeteksi pergeseran rata-rata yang kecil serta *robust* terhadap normal pada pengamatan individual (Stoumbos & Sullivan, 2002).

Diagram kontrol MEWMA bersifat *robust* terhadap distribusi normal, artinya apabila data yang diteliti tidak berdistribusi normal, maka diagram kontrol MEWMA masih bisa dilakukan. Perkembangan diagram kontrol MEWMA berdasarkan pada vektor observasi dengan rumus sebagai berikut (Montgomery, 2009).

$$\mathbf{Z}_i = \lambda \mathbf{X}_i + (1 - \lambda) \mathbf{Z}_{i-1} \quad (2.25)$$

dimana $0 \leq \lambda \leq 1$ dengan $Z_0=0$. Data di plot pada diagram kontrol adalah sebagai berikut

$$T_i^2 = \mathbf{Z}_i^T \left[\sum \mathbf{z}_i \right]^{-1} \mathbf{Z}_i \quad (2.26)$$

Data dikatakan *out of control* apabila nilai T_i^2 lebih besar dari h_4 dengan nilai $h_4 > 0$, nilai tersebut dipilih untuk mendapatkan ketetapan ARL yang dikontrol dengan matriks kovarian \mathbf{Z}_i sebagai berikut

$$\sum \mathbf{z}_i = \frac{\lambda}{2 - \lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2i}] \quad (2.27)$$

keterangan:

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

m =Jumlah pengamatan

Σ = Matriks varian kovarian dari data

h_4 = Batas kontrol pada diagram MEWMA

λ = Pembobot

2.4 Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah suatu studi keteknikan guna menaksir kemampuan proses. Analisis kemampuan proses merupakan bagian yang sangat penting dari keseluruhan program peningkatan kualitas (Montgomery, 2005).

Proses dikatakan kapabel jika :

1. Dalam keadaan terkendali
2. Memenuhi batas spesifikasi
3. Tingkat presisi dan akurasi tinggi

Perhitungan indeks P_p dan P_{pk} untuk data univariat adalah sebagai berikut.

$$P_p = \frac{BSA - BSB}{6s} \quad (2.28)$$

$$P_{PU} = \frac{BSA - \bar{x}}{3s} \quad (2.29)$$

$$P_{PL} = \frac{\bar{x} - BSB}{3s} \quad (2.30)$$

$$P_{PK} = \min\{P_{PU}, P_{PL}\} \quad (2.31)$$

Keterangan :

BSA = batas spesifikasi atas

BSB = batas spesifikasi bawah

Analisis kapabilitas proses untuk data multivariat adalah sebagai berikut (Raissi, 2009).

$$MP_p = \sum_{K=1}^P W_k P_p(X_k) \quad (2.32)$$

$$MP_{PK} = \sum_{K=1}^P W_k P_{PK}(X_k) \quad (2.33)$$

keterangan:

MP_p : Tingkat presisi data multivariat

MP_{PK} : Tingkat akurasi data multivariat

W_k merupakan pembobot dengan $\sum_{k=1}^p W_k = 1$. Presisi adalah ukuran kedekatan antara satu pengamatan dengan pengamatan lain, dan nilai Akurasi adalah ukuran kedekatan hasil pengamatan dengan nilai target.

2.5 Profil PT. Petrosida Gresik

PT. Petrosida merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang agroindustri yang berkembang di Indonesia. PT. Petrosida merupakan anak perusahaan dari PT. Petrokimia Gresik (persero) dimana merupakan perusahaan herbisida terbesar dan terlengkap di Indonesia. Berdiri sejak tahun 1984 dengan memproduksi bahan aktif kimia untuk pertanian dan perkebunan. Dalam jangka waktu 10 tahun terakhir, PT. Petrosida menyediakan produk-produk kimia pertanian (agrokimia) seperti pestisida, herbisida serta bahan kimia penunjang industri agrokimia. Saat ini PT. Petrosida mengembangkan produk-produk Bio Pestisida dan Bio Fertilizer untuk mendukung gerakan *Go Green* di Indonesia. Dimana wilayah pemasaran PT. Petrosida mencakup wilayah di seluruh Indonesia.

Visi dari PT. Petrosida adalah “Menjadi Perusahaan Agro-industri Terkemuka di Indonesia yang Mampu Memberi Manfaat Kepada Pelanggan dan Pemangku Kepentingan Lainnya”. Untuk pencapaian visi tersebut maka dibuatlah misi-misi guna tercapainya visi yang telah ditetapkan. Adapun misi dari PT. Petrosida meliputi:

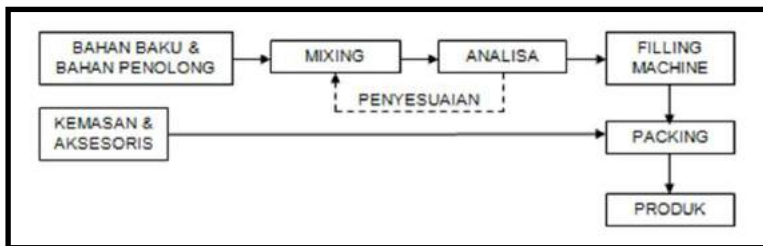
1. Menyediakan produk dan layanan berkualitas dengan harga yang kompetitif.
2. Mengelola bisnis dengan ekselen melalui kerjasama dan sinergis.
3. Memberi kemanfaatan bagi pelanggan dan pemangku kepentingan lainnya secara berkelanjutan

2.6 Proses Produksi Sidafos 480SL

PT. Petrosida adalah anak perusahaan dari PT. Petrokimia Gresik (persero) perusahaan herbisida terbesar dan terlengkap di Indonesia. PT. Petrosida menyediakan produk produk kimia pertanian sebagai contohnya produk Herbisida, Pestisida dan Fungisida, Herbisida serta bahan kimia untuk menunjang Industri Agro-

kimia. Sidafos 480SL adalah salah satu produk herbisida yang di produksi oleh PT. Petrosida Gresik. Produk tersebut berbentuk cair berwarna kuning.

Manfaat dari produk ini adalah untuk mengendalikan gulma yang tumbuh di sekitar tanaman seperti kelapa sawit, kakao, kopi dan lain lain. Gulma sendiri adalah tumbuhan yang kehadirannya tidak diinginkan pada lahan pertanian karena menurunkan hasil yang bisa dicapai oleh tanaman produksi. Contoh gulma adalah alang alang.



Gambar 2.1 Proses Produksi Sidafos 480SL

Proses produksi Herbisida Sidafos 480SL ini adalah yang pertama pencampuran bahan bahan baku yang diperlukan yaitu sulfaktan, pengental, Ipa glifosat dan bahan penolong. Selanjutnya setelah bahan bahan di campurkan ke dalam mesin *mixing*, dilakukan *mixing* bahan bahan tersebut selama kurang lebih 1,5 jam. Setelah dilakukan *mixing* bahan bahan tersebut di dalam mesin *mixer* kemudian dilakukan pengecekan kualitas variabel sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Produk di anggap homogen, sehingga sampling diambil 1L dari produk yang telah di *mixing* dan di bawa kedalam laboratorium. Dari 1L sampling yang telah diambil 300ml diambil untuk viskositas, 200ml diambil untuk pH, dan 500ml diambil untuk SG dan konsentrasi. Setelah dilakukan pengecekan di lab jika ada yang melewati batas spesifikasi maka akan di selidiki penyebabnya kemudian diperbaiki dan diproses ulang. Jika setelah diperiksa dan tidak ada variabel yang melewati batas spesifikasi maka data dicatat dan dilanjutkan pada proses *filling machine* yaitu produk dipacking kebotol produk kemudian produk akan siap dipasarkan. Berikut ini adalah contoh dari produk Sidafos 480SL.



Gambar 2.2 Produk Sidafos 480SL

Gambar 2.2 menunjukkan produk sidafos 480 SL yaitu salah satu produk herbisida yang diproduksi oleh PT. Petrosida Gresik. Produk Sidafos 480SL ini adalah produk herbisida yang paling laris di pasaran. Produk Sidafos 480SL ini berbentuk cair berwarna kuning.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang di ambil pada tanggal 27 Desember 2016 sampai tanggal 6 Januari 2017. Data tersebut adalah data produksi herbisida Sidafos 480SL didapatkan dari PT. Petrosida Gresik divisi *Quality control*. Data terdiri dari variabel *Consentration*, pH dan Viskositas.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

No	Variabel	Satuan	Spesifikasi
1	<i>Consentration</i>	g/l	480±5%
2	pH	-	5±5%
3	Viskositas	-	Min 10

3.3 Struktur Data

Tabel 3.2 Struktur Data

No	Variabel		
	Consentration	pH	Viskositas
1	X_{11}	X_{12}	X_{13}
2	X_{21}	X_{22}	X_{23}
3	X_{31}	X_{32}	X_{33}
⋮	⋮	⋮	⋮
221	$X_{(221)1}$	$X_{(221)2}$	$X_{(221)3}$

3.4 Langkah Analisis

Berikut ini adalah langkah analisis yang digunakan dalam melakukan penelitian

1. Mendeskriptifkan data herbisida Sidafos 480SL.
2. Melakukan pengujian Independensi menggunakan uji *bartlett* pada data herbisida Sidafos 480SL untuk mengetahui apakah antara variabel-variabel saling berkorelasi dengan menggunakan persamaan pada 2.1
3. Membuat diagram kontrol *Generalized Variance* dari data Herbisida Sidafos 480SL untuk mengendalikan variabilitas proses dengan menggunakan persamaan pada 2.3
4. Membuat diagram kontrol T^2 *Hotelling* dari data Herbisida Sidafos 480SL untuk mengendalikan mean proses dengan menggunakan persamaan pada 2.3
5. Melakukan pengujian distribusi normal multivariat pada data herbisida Sidafos 480SL untuk mengetahui apakah variabel penelitian mengikuti distribusi normal dengan menggunakan persamaan pada 2.2
6. Membuat diagram kontrol Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance (MEWMV) dari data Herbisida Sidafos 480SL dengan langkah langkah sebagai berikut.
 - i. Membuat matriks C yang berukuran $n \times n$ dimana ω adalah diagonal utama dan merupakan nilai pembobot yang ditentukan sebelumnya.
 - ii. Membuat matriks M yaitu matrik segitiga bawah dengan elemen λ .
 - iii. Membuat matrik \mathbf{I}_n merupakan matrik identitas berukuran $n \times n$
 - iv. Menghitung nilai Q untuk mendapatkan $\text{tr}(\mathbf{V}_n)$.

$$\mathbf{Q} = (\mathbf{I}_n - \mathbf{M})' \mathbf{C} (\mathbf{I}_n - \mathbf{M})$$
 - v. Menghitung $\text{tr}(\mathbf{V}_n)$.

$$\text{Tr}(\mathbf{V}_n) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij} \left(\sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk} \right)$$
 - vi. Menghitung nilai $E(\text{tr}(\mathbf{V}_n))$.

$$E[\text{tr}(\mathbf{V}_n)] = \sum_{i=1}^n q_{ii} E \left(\sum_{k=1}^p x_{ik}^2 \right) + \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i}^n q_{ij} E \left(\sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk} \right)$$

$$= p \sum_{i=1}^n q_{ii} = p \operatorname{tr}(\mathbf{Q})$$

vii. Menghitung $\operatorname{Var}(\operatorname{tr}(\mathbf{V}_n))$.

$$\operatorname{Var}[\operatorname{tr}(\mathbf{V}_n)] = 2p \sum_{i=1}^n \sum_{j=i}^n q_{ij}^2$$

viii. Menentukan batas kendali setiap pengamatan ke n .

$$E[\operatorname{tr}(\mathbf{V}_n)] \pm L \sqrt{\operatorname{Var}[\operatorname{tr}(\mathbf{V}_n)]} = p \operatorname{tr}(\mathbf{Q}) \pm L \sqrt{2p \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{ij}^2}$$

7. Membuat diagram kontrol Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA) dari data Herbisida Sidafos 480SL dengan langkah langkah sebagai berikut.

i. Menetapkan nilai pembobot λ , $0,1 \leq \lambda \leq 0,9$.

ii. Menghitung vektor MEWMA \mathbf{Z}_i .

$$\mathbf{Z}_i = \lambda \mathbf{X}_i + (1 - \lambda) \mathbf{Z}_{i-1}$$

iii. Menghitung matriks varian kovarian $\Sigma_{\mathbf{Z}_i}$.

$$\Sigma_{\mathbf{Z}_i} = \frac{\lambda}{2-\lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2i}] \Sigma$$

iv. Menghitung statistik MEWMA yaitu T_i^2 .

$$T_i^2 = \mathbf{Z}_i^T \sum_{\mathbf{Z}_i}^{-1} \mathbf{Z}_i$$

v. Menentukan batas kendali setiap pengamatan, yaitu

$$LCL=0 \text{ dan } UCL = h_4$$

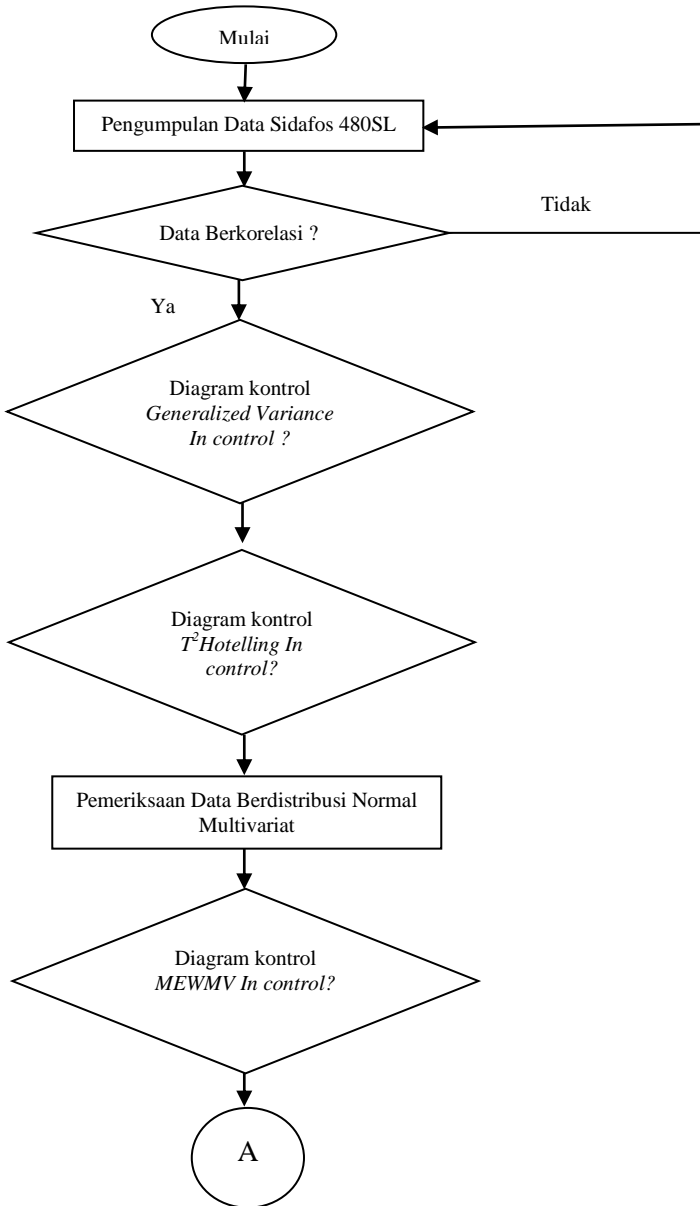
8. Menentukan kapabilitas produksi Herbisida Sidafos 480SL dengan menggunakan persamaan pada 2.4

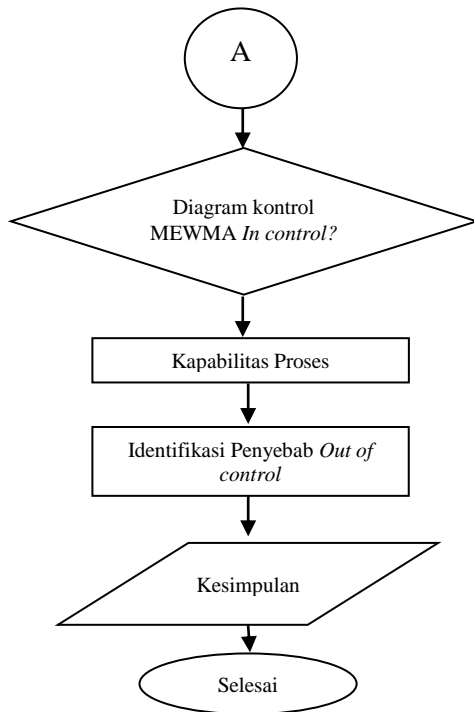
9. Identifikasi Penyebab *Out of control*.

10. Membuat Kesimpulan.

3.5 Diagram Alir

Diagram alir menggambarkan alur perjalanan pembuatan laporan ini. Berikut adalah diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini.





Gambar 3.1 Diagram Alir

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Deteksi kestabilan proses Sidafos 480SL

Untuk mendeteksi kestabilan dari proses Sidafos 480SL digunakan diagram kendali *Generalized Variance* dan diagram kendali MEWMV untuk memonitoring variabilitas proses dan diagram kendali T^2 Hotelling dan diagram kendali MEWMA untuk memonitoring rata rata proses. Sebelum diagram kendali tersebut dapat di terapkan terdapat 2 asumsi yang harus diperiksa yaitu Dependensi antar variabel dan normal multivariat. Sebelum asumsi asumsi tersebut diperiksa, maka akan di hitung statistika deskriptif dari data Sidafos 480SL.

4.1.1 Stastika Deskriptif Sidafos 480SL

Karakteristik kualitas yang diamati adalah variabel pertama *Concentration* kemudian pH dan viskositas yang terkandung di dalam herbisida Sidafos 480SL. Karakteristik kualitas ketiga variabel ini diketahui melalui statistika deskriptif *Concentration*, pH dan viskositas sebagai berikut.

Tabel 4.1 Deskripsi Karakteristik Kualitas

Variabel	Mean	StDev	Minimum	Maximum	Spesifikasi
<i>Concentration</i>	462.19	0.210	462.00	462.80	480±5%
Ph	4.7786	0.1284	4.4500	5.0800	5±5%
Viskositas	23.979	1.238	21.00	28.00	Min 10

Berdasarkan Tabel 4.1 di dapatkan informasi bahwa pada bulan Juli 2016 sampai April 2017 *Concentration* memiliki rata rata 462.19 dengan standar deviasi yaitu menyatakan tingkat penyebaran data terhadap rata rata sampel adalah 0.210 nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat penyebaran data terhadap rata rata sampelnya kecil atau tidak memiliki varian yang terlalu lebar. Nilai minimum dan maksimum dari *Concentration* masing masing 462 dan 462.80.

Pada Tabel 4.1 juga diketahui deskriptif kualitas dari pH pada bulan Juli 2106 sampai April 2017 memiliki rata rata 4.7786 dengan standar deviasi yaitu menyatakan tingkat penyebaran data

terhadap rata rata sampel adalah 0.1284 nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat penyebaran data terhadap rata rata sampelnya kecil atau tidak memiliki varian yang terlalu lebar. Nilai minimum dan maksimum dari pH masing masing 4.4500 dan 5.08.

Tabel 4.1 juga memberikan informasi deskriptif kualitas dari Viskositas pada bulan Juli 2106 sampai April 2017 memiliki rata rata 23.979 dengan standar deviasi yaitu menyatakan tingkat penyebaran data terhadap rata rata sampel adalah 1.238 nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat penyebaran data terhadap rata rata sampelnya besar. Nilai minimum dan maksimum dari pH masing masing 21.00 dan 28.00.

4.1.2 Uji Independensi antar variabel Sidafos 480SL

Pengujian Independensi dilakukan terhadap ketiga variabel yang ada yaitu *Concentration*, pH dan Viskositas menggunakan *Bartlett Test*.

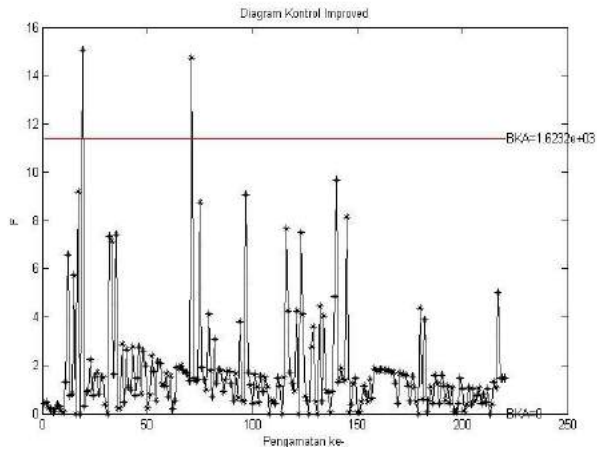
$H_0 : R = I$ (Variabel tidak berkorelasi)

$H_1 : R \neq I$ (Variabel saling berkorelasi)

Hasil uji Bartlett dengan tingkat signifikansi 0.05 didapatkan hasil *p-value* uji Bartlett sebesar 0.009, nilai tersebut lebih kecil dari tingkat signifikansi 0.05 (Lampiran B), sehingga H_0 ditolak. Maka dapat dikatakan bahwa ketiga variabel saling berkorelasi.

4.1.3 Diagram kontrol *Generalized Variance* Sidafos 480SL

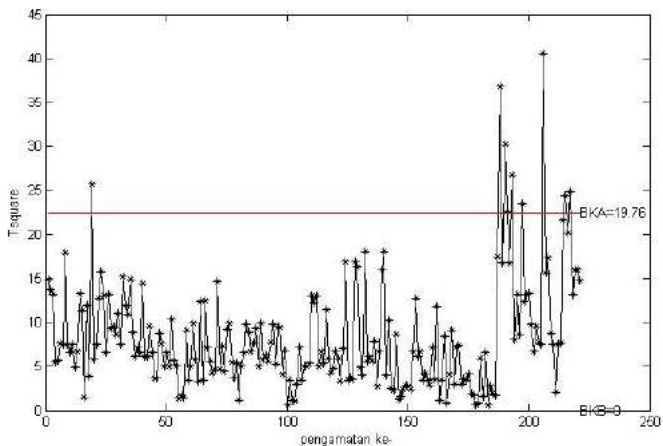
Penerapan diagram kontrol *Generalized Variance* digunakan untuk melakukan pengontrolan variabilitas pada 3 variabel yaitu *Concentration*, pH dan Viskositas. Berikut adalah hasil dari Diagram kontrol *Generalized Variance*, batas kendali atas (BKA) didapatkan sebesar 1.6232000 dan batas kendali bawah (BKB) sebesar 0. Titik pengamatan dalam diagram kendali *Generalized Variance* didapatkan dari persamaan (2.8). Dengan batas kendali atas dan batas kendali bawah yang telah didapatkan, terdapat 2 titik yang keluar dari batas kendali atas yaitu titik 19 dan titik 71. Maka dari diagram kontrol *Generalized Variance* diatas dapat diambil informasi bahwa variabilitas proses produksi Sidafos 480SL belum terkendali secara statistik.



Gambar 4.1 Diagram kontrol *Generalized Variance*

4.1.4 Diagram kontrol T^2 Hotelling Sidafos 480SL

Selanjutnya dilakukan penerapan diagram kontrol T^2 Hotelling digunakan untuk melakukan pengontrolan mean proses pada variabel *Concentration*, pH dan Viskositas. Berikut ini adalah hasil dari Diagram kontrol T^2 Hotelling.



Gambar 4.2 Diagram kontrol T^2 Hotelling

Gambar 4.2 memberikan informasi bahwa pengontrolan mean atau rata-rata proses menggunakan diagram kontrol T^2 Hotelling

didapatkan batas kendali atas(BKA) sebesar 19.76 dan batas kendali bawah (BKB) sebesar 0. Titik yang diplotkan di dalam diagram T^2 Hotelling didapatkan dari persamaan (2.11) Berdasarkan batas kendali atas dan batas kendali bawah yang telah didapatkan, terdapat 9 titik yang keluar dari batas kendali dari 221 titik yaitu titik 19, 188, 190, 191, 193, 197, 206, 215 dan titik 217. Maka dari diagram kontrol T^2 Hotelling diatas dapat diambil informasi bahwa *mean* atau rata rata proses produksi Sidafos 480SL belum terkendali secara statistik.

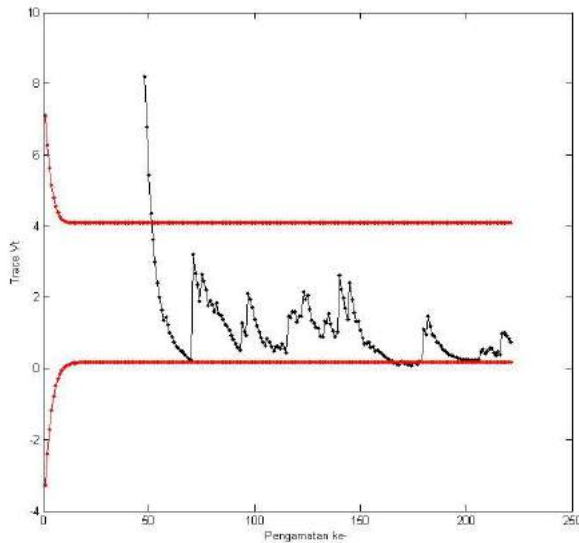
4.1.5 Pengujian Normal Multivariat Sidafos 480SL

Selanjutnya dilakukan pengujian asumsi normal multivariat, karena pada diagram kontrol *Generalized Variance* dan T^2 Hotelling diharuskan menggunakan data yang mengikut asumsi normal multivariat. Pengujian dilakukan pada ketiga karakteristik kualitas yaitu *Concentration*, pH dan Viskositas. Hasil perhitungan dengan langkah-langkah pada bab 2.2 , didapatkan nilai W sebesar 0.9284. Nilai ini kurang dari nilai 1, selain itu dilihat dari p-value sebesar 4.06×10^{-6} , dimana nilai tersebut kurang dari alpha 5%, maka dapat disimpulkan bahwa data karakteristik kualitas tidak mengikuti distribusi normal multivariat. Dikarenakan diagram kendali T^2 Hotelling dan *Generalized variance* yang mengharuskan data berdistribusi normal multivariat, maka metode dilanjutkan dengan diagram kontrol lainnya yaitu MEWMV dan MEWMA. Diagram kontrol tersebut robust terhadap data yang tidak mengikuti distribusi normal multivariat.

4.1.6 Diagram kontrol MEWMV Sidafos 480SL

Penerapan diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* atau diagram kontrol MEWMV digunakan untuk melakukan pengontrolan variabilitas pada variabel *Concentration*, pH dan Viskositas. Huwang (2007) menyatakan bahwa nilai bobot ω dan λ yang kurang dari 0.4 dapat memberikan hasil pengontrolan terhadap variabilitas proses yang terjadi sensitif, oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan pembobot ω dan λ yang kurang dari 0.4. Yaitu 0.2 , 0.3 dan 0.4 dilakukan dengan bermacam macam kombinasi

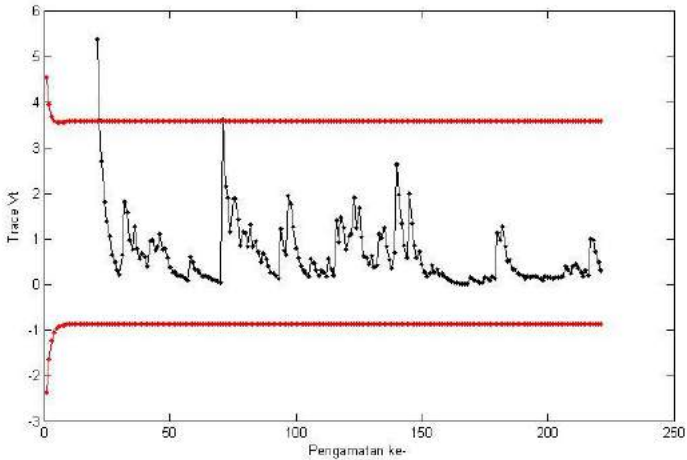
dimulai dari $\omega=0.2$ $\lambda=0.2$ kemudian $\omega=0.2$ $\lambda=0.3$ hingga kombinasi $\omega=0.4$ $\lambda=0.4$ kemudian dapat ditentukan diagram yang paling sensitif dalam mendeteksi variabilitas proses dari produk Sidafos 480SL. Batas kendali pada diagram kendali MEWMV dipengaruhi oleh nilai L yang didapat pada lampiran H. Berikut ini adalah hasil plot nilai $tr(V_m)$ dari Diagram kendali MEWMV dengan $\omega=0.2$ $\lambda=0.2$ dan $L= 3.3086$.



Gambar 4.3 Diagram kendali MEWMAV $\omega=0.2$ $\lambda=0.2$ $L= 3.3086$

Dari Gambar 4.3 didapatkan informasi bahwa pada sumbu mendatar menunjukkan pengamatan dan pada sumbu vertikal adalah nilai dari $tr(V_m)$ pada pengamatan ke- i , dimana $i=1,2,\dots,221$. Nilai batas kendali setiap pembobot berbeda, nilai batas kendali atas didapatkan dari persamaan (2.24) kemudian didapatkan batas kendali atas (BKA) maksimum sebesar 4.0856 dan batas kendali bawah (BKB) sebesar 0.1811. Titik pengamatan pada diagram MEWMAV didapatkan dari persamaan (2.23). Berdasarkan nilai pembobot $\omega=0.2$ $\lambda=0.2$ dan $L= 3.3086$, terlihat bahwa terdapat 63 titik yang keluar dari batas kendali atas.

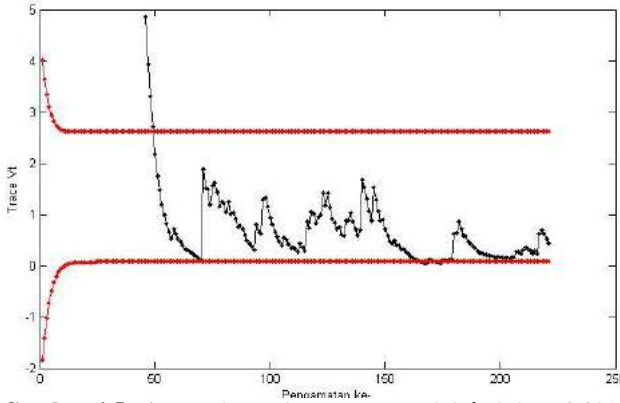
Selanjutnya adalah hasil plot nilai $tr(V_m)$ (Lampiran F) dengan pembobot $\omega=0.4$ dan $\lambda=0.4$. Gambar 4.4 menyajikan informasi bahwa nilai batas kendali setiap pembobot berbeda, dengan batas kendali atas (BKA) maksimum sebesar 3.5767 dan batas kendali bawah (BKB) sebesar -0.8767. Dengan nilai pembobot $\omega=0.4$ $\lambda=0.4$ dan $L= 3.9219$, terlihat bahwa terdapat 23 titik yang keluar dari batas kendali atas, yang artinya variabilitas proses produksi Sidafos 480SL cukup baik dibandingkan dengan pembobot sebelumnya.



Gambar 4.4 Diagram kontrol MEWMV $\omega=0.4$ $\lambda=0.4$ $L= 3.9219$

Kemudian dilakukan diagram kontrol MEWMV dengan pembobot $\omega=0.2$ $\lambda=0.4$ dan $L= 3.3213$ untuk pengendalian variabilitas, terdapat 55 titik yang keluar dari batas kendali atas yaitu sebesar 2.6240. Batas kendali bawah di dapatkan sebesar 0.0760. Variabilitas proses produksi Sidafos 480SL sudah cukup realistis dibandingkan dengan pembobot sebelumnya. Batas kendali menggunakan pembobot $\omega=0.2$ $\lambda=0.4$ dan $L= 3.3213$ lebih sempit dibandingkan dengan batas kendali sebelumnya yang menggunakan pembobot $\omega=0.4$ $\lambda=0.4$ dan $L= 3.9219$, sehingga diagram kontrol dengan pembobot $\omega=0.2$ dan $\lambda=0.4$ lebih sensitif. Jarak Batas kendali pembobot $\omega=0.2$ $\lambda=0.4$ sebesar 2.5480 sedangkan jarak batas kendali pembobot $\omega=0.2$ $\lambda=0.2$ dan

pembobot $\omega=0.4$ $\lambda=0.4$ masing masing sebesar 3.9046 dan 4.4534. Gambar di bawah ini adalah diagram kontrol MEWMV dengan pembobot $\omega=0.2$ $\lambda=0.4$ dan $L= 3.3213$.



Gambar 4.5 Diagram kontrol MEWMV $\omega=0.2$ $\lambda=0.4$ $L= 3.3213$

Setelah dilakukan pengontrolan dengan berbagai pembobot didapatkan hasil perhitungan batas diagram masing masing diagram kontrol. Untuk mengetahui diagram kontrol MEWMV yang paling sensitif dalam mendeteksi variansi proses, dilakukan perhitungan $|BKA-BKB|$ didapatkan hasil sebagai berikut.

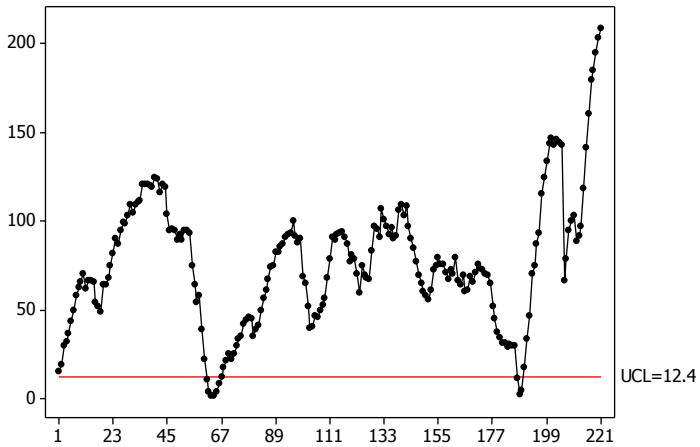
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan nilai $|BKA-BKB|$ pada MEWMV

ω	λ	L	$tr(V_m)$ max	BKA	$ Max-BKA $	BKB	BKA- BKB
0.2	0.2	3.3086	137431.58	4.0856	137427.5	0.1811	3.9046
0.2	0.3	3.3164	105221.06	3.3359	105217.72	0.1229	3.2131
0.2	0.4	3.3213	77305.266	2.6240	77302.642	0.0760	2.5480
0.3	0.2	3.6523	137431.58	4.8395	137426.74	-0.5728	5.4123
0.3	0.3	3.6602	105221.06	3.9520	105217.1	-0.4932	4.4452
0.3	0.4	3.6699	77305.266	3.1118	77302.154	-0.4118	3.5236
0.4	0.2	3.9063	137431.58	5.5684	137426.02	-1.3018	6.8702
0.4	0.3	3.9121	105221.06	4.5438	105216.51	-1.0850	5.6288
0.4	0.4	3.9219	77305.266	3.5767	77301.689	-0.8767	4.4534

Dengan perhitungan pada tabel 4.2, terlihat bahwa nilai $|Maks-BKA|$ yang terkecil adalah pada saat pembobot $\omega=0.4$ $\lambda=0.4$ dan $L= 3.9219$ yaitu sebesar 77301.689 dengan jarak batas atas dan batas bawah sebesar 4.4534. Nilai tersebut masih lebih besar jika di dibandingkan dengan pembobot $\omega=0.2$ $\lambda=0.4$ dan $L= 3.3213$ yaitu 2.5480. Besarnya jarak batas atas dan batas bawah di dapatkan dari hasil pengurangan BKA dan BKB, sehingga pemilihan pembobot terbaik ditekankan pada hasil BKA-BKB yang minimum, karena lebar jarak dari BKA-BKB menentukan variansi dari MEWMV tersebut, semakin sempit jarak BKA dan BKB, maka diagram kontrol MEWMV akan lebih sensitif dalam mendeteksi pergeseran variansi data yang kecil. Variansi terkecil yaitu pada pembobot $\omega=0.2$ $\lambda=0.4$ dan $L= 3.3213$ yaitu sebesar 2.5480, sehingga pembobot tersebut dianggap paling sensitif dalam mendeteksi pergeseran variansi proses yang kecil.

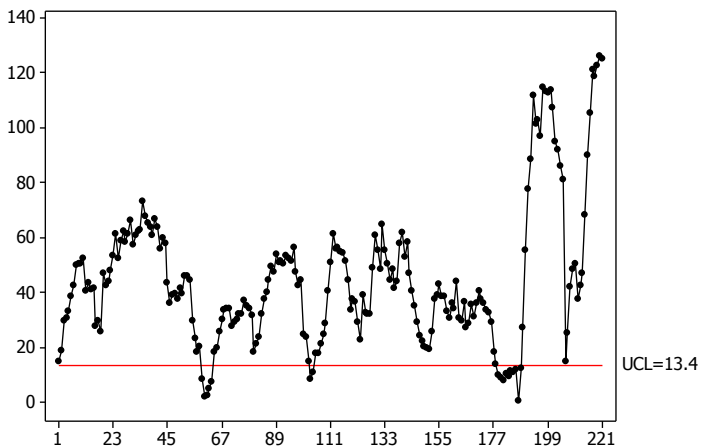
4.1.7 Diagram kontrol MEWMA Sidafos 480SL

Penerapan diagram kontrol MEWMA digunakan untuk melakukan pengontrolan mean proses pada ketiga variabel yaitu *Concentration*, pH dan Viskositas dengan pengambilan sampel individual. Diagram kontrol MEWMA yang menggunakan pembobot yang berbeda beda dari mulai 0.1 sampai dengan 0.9. Berikut ini adalah hasil dari Diagram kontrol MEWMA dengan λ sebesar 0.1 pada Gambar 4.6. Gambar dibawah ini menyatakan informasi bahwa pengontrolan rata-rata proses dengan pembobot 0.1 dan nilai batas kendali atas(BKA) sebesar 12.4. Titik pengamatan pada diagram kendali MEWMA didapatkan dari persamaan (2.16). Pengontrolan dengan pembobot 0.1 menunjukkan grafik yang bergerak sangat fluktuatif serta terdeteksi hampir semua pengamatan keluar batas kendali, hanya 10 pengamatan yang berada didalam batas kendali, dari 221 titik yang di plot. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rata rata proses tidak terkontrol secara statistik. Selanjutnya akan di lakukan diagram MEWMA dengan pembobot 0.2



Gambar 4.6 Diagram kontrol MEWMA $\lambda=0.1$

Selanjutnya dilakukan pengontrolan rata-rata proses menggunakan diagram kontrol MEWMA dimana titik plot dengan pembobot yang digunakan $\lambda=0.2$ sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.

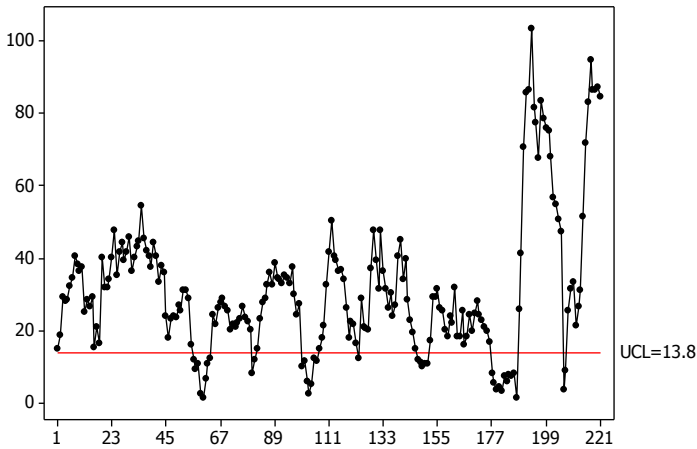


Gambar 4.7 Diagram kontrol MEWMA $\lambda=0.2$

Pada gambar ditunjukkan bahwa pengontrolan rata-rata proses dengan pembobot 0.2 dan didapatkan nilai batas kendali

atas(BKA) sebesar 13.4. Pengontrolan dengan pembobot 0.2 hampir semua pengamatan keluar batas kendali, hanya terdapat 16 pengamatan yang berada didalam batas kendali. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rata rata proses tidak terkontrol secara statistik.

Selanjutnya dilakukan kontrol MEWMA untuk mengontrol rata-rata proses dimana titik plot dengan pembobot yang digunakan $\lambda=0.3$ sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.

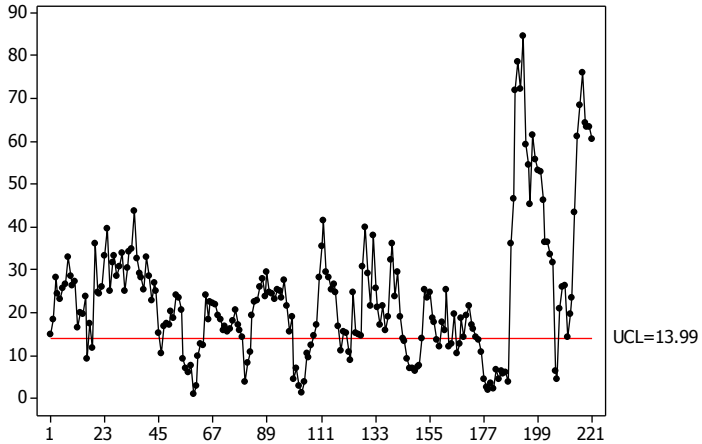


Gambar 4.8 Diagram kontrol MEWMA $\lambda=0.3$

Gambar ini menyajikan bahwa pengontrolan rata-rata proses dengan pembobot 0.3. terdapat 36 pengamatan yang berada di dalam batas kendali atas sebesar 13.8. Terdeteksi hampir semua pengamatan keluar batas kendali, sama seperti diagram sebelumnya. Sehingga dapat dikatakan bahwa rata rata proses tidak terkontrol. Tetapi pengamatan yang keluar dari batas kendali lebih sedikit dari dibandingkan dengan menggunakan pembobot 0.1 dan 0.2.

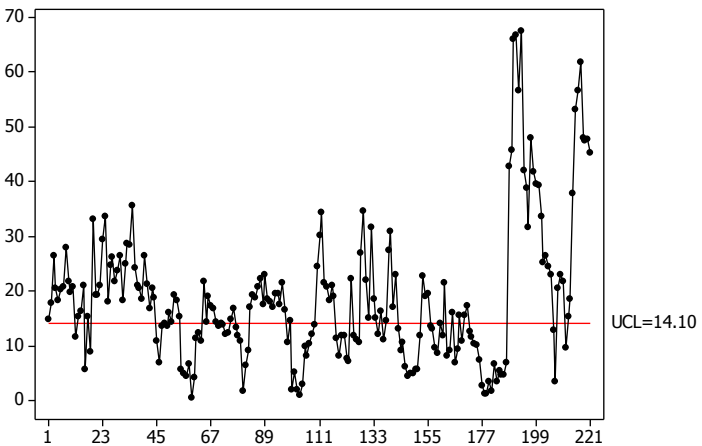
Selanjutnya kembali dilakukan Diagram MEWMA dengan pembobot $\lambda=0.4$ dan didapatkan hasil batas kendali atas (BKA) sebesar 13.99. Diagram dibawah ini menunjukkan 55 titik dari 221 titik berada di luar batas kendali, maka dapat disimpulkan rata rata proses tidak terkontrol secara statistik. Tetapi pengamatan yang

keluar dari batas kendali lebih sedikit dari dibandingkan dengan menggunakan pembobot sebelumnya. Berikut Diagram MEWMA dengan pembobot 0.4.



Gambar 4.9 Diagram kontrol MEWMA $\lambda=0.4$

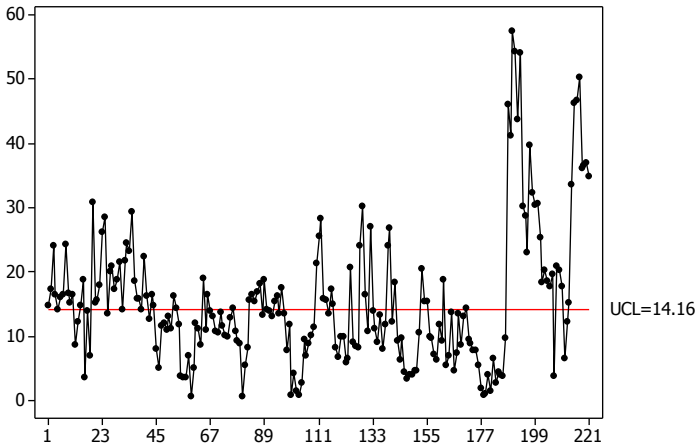
Kemudian dilakukan kembali diagram kontrol MEWMA dengan pembobot lainnya. Pembobot yang digunakan adalah 0.5 sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 4.10 Diagram kontrol MEWMA $\lambda=0.5$

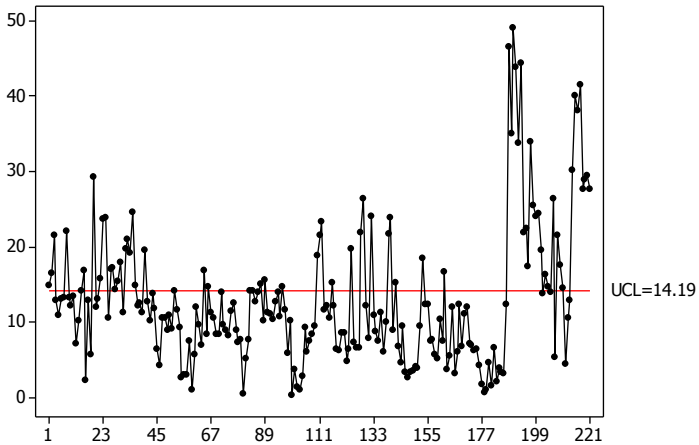
Berdasarkan gambar 4.10 didapatkan informasi bahwa pengontrolan rata-rata proses dengan pembobot 0.5 dan nilai batas kendali atas(BKA) sebesar 14.10. Pengontrolan dengan pembobot 0.5, terdapat 88 pengamatan yang berada didalam batas kendali, sehingga dapat disimpulkan bahwa rata rata proses tidak terkontrol secara statistik, tetapi pengamatan yang keluar dari batas kendali lebih sedikit dari dibandingkan dengan menggunakan pembobot sebelumnya.

Selanjutnya dilakukan pengontrolan rata-rata proses menggunakan diagram kontrol MEWMA dimana titik plot dengan pembobot yang digunakan $\lambda= 0.6$ dan 0.7 sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 4.11 Diagram kontrol MEWMA $\lambda= 0.6$

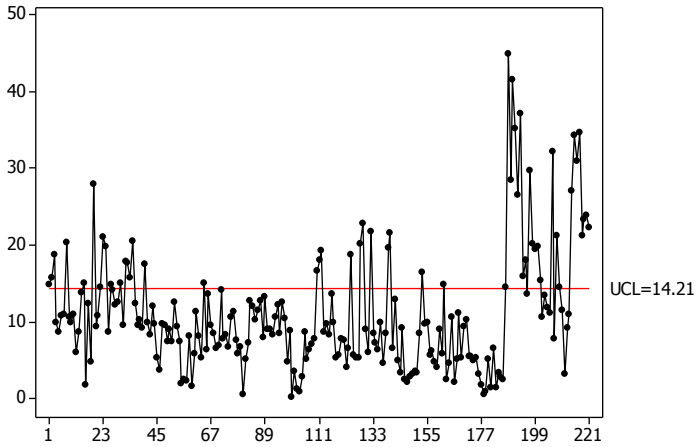
Pada gambar diatas dapat diketahui bahwa pengontrolan rata-rata proses dengan pembobot 0.6 dengan nilai batas kendali atas (BKA) sebesar 14.16. Dari diagram kontrol diatas pada pembobot 0.6 terdapat 120 titik yang berada dalam batas kendali, sehingga dapat disimpulkan bahwa rata rata proses tidak terkontrol secara statistik, tetapi pengamatan yang keluar dari batas kendali lebih sedikit dari dibandingkan dengan menggunakan pembobot sebelumnya. Selanjutnya dilakukan diagram kontrol MEWMA dengan pembobot 0.7.



Gambar 4.12 Diagram kontrol MEWMA $\lambda= 0.7$

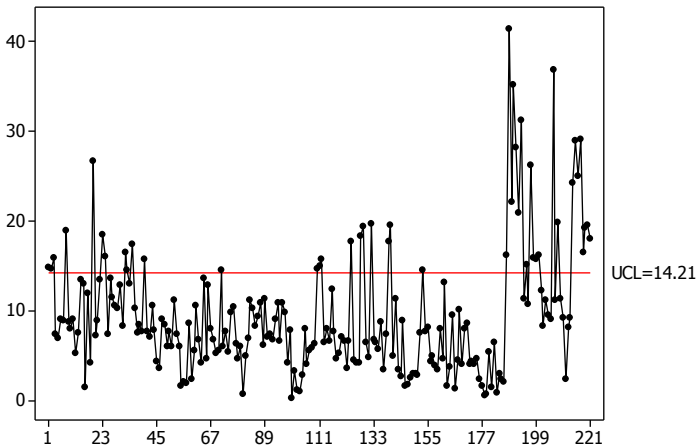
Gambar diatas didapatkan bahwa pengontrolan rata-rata proses dengan pembobot 0.7 dengan nilai batas kendali atas (BKA) sebesar 14.19. Dari diagram kontrol diatas pada pembobot 0.7 terdapat 155 pengamatan yang berada didalam batas kendali, sehingga dapat disimpulkan bahwa rata rata proses tidak terkontrol secara statistik, tetapi pengamatan yang keluar dari batas kendali lebih sedikit dari dibandingkan dengan menggunakan pembobot sebelumnya.

Setelah dilakukan diagram kontrol MEWMA dengan pembobot 0.6 dan 0.7, dilakukan diagram kontrol MEWMA dengan pembobot yang digunakan $\lambda= 0.8$ dan didapatkan hasil nilai batas kendali atas (BKA) sebesar 14.21. Pengontrolan dengan pembobot 0.8 menunjukkan grafik yang lebih realistis dibandingkan dengan diagram kontrol sebelumnya walaupun grafik terlihat masih bergerak fluktuatif. Dari 221 titik terdapat 53 pengamatan yang berada diluar batas kendali, walaupun dapat disimpulkan bahwa rata rata proses tidak terkontrol secara statistik akan tetapi diagram kontrol ini sudah jauh lebih baik di bandingkan dengan diagram kontrol menggunakan pembobot 0.1-0.7.



Gambar 4.13 Diagram kontrol MEWMA $\lambda= 0.8$

Setelah dilakukan diagram MEWMA dengan pembobot 0.1-0.8 selanjutnya dilakukan diagram MEWMA dengan pembobot 0.9 untuk pengontrolan rata-rata proses. Dan didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 4.14 Diagram kontrol MEWMA $\lambda= 0.9$

Setelah dilakukan pengontrolan didapatkan hasil seperti gambar diatas. Didapatkan nilai batas kendali atas(BKA) sebesar 14.21. Pengontrolan dengan pembobot 0.9 menunjukkan grafik yang paling realistis dibandingkan dengan diagram kontrol sebelumnya. Dari 221 titik hanya terdapat 44 pengamatan yang berada diluar batas kendali, walaupun dapat disimpulkan bahwa rata rata proses tidak terkontrol secara statistik akan tetapi diagram kontrol ini sudah jauh lebih realistis di bandingkan dengan diagram kontrol menggunakan pembobot 0.1-0.8.

Pada data produksi Sidafos 480SL di PT. Petrosida Gresik untuk dapat mengetahui nilai pembobot yang sesuai dapat diketahui berdasarkan jarak minimum terhadap pengamatan maksimal sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan nilai $|\text{Max-BKB}|$ pada MEWMA

Weight	BKA	Maksimum	$ \text{maksimum-BKA} $	Out
0.1	12.4	208.5	196.1	211
0.2	13.4	126	112.6	204
0.3	13.8	103.4	89.6	185
0.4	13.99	84.61	70.62	166
0.5	14.1	67.46	53.36	133
0.6	14.16	57.65	43.49	101
0.7	14.19	49.05	34.86	66
0.8	14.21	44.87	30.66	53
0.9	14.21	41.42	27.21	44

Tabel 4.3 menunjukkan hasil jarak minimum dari batas kendali maksimum dengan pengamatan pada pembobot $0.1 < \lambda < 0.9$. Berdasarkan perhitungan, nilai minimum dengan jarak terkecil adalah pembobot 0.9, artinya diagram kontrol dengan pembobot 0.9 merupakan diagram kontrol yang paling sensitif dibandingkan dengan diagram kontrol MEWMA dengan pembobot yang lain. Hasil penerapan diagram kontrol MEWMA dengan pembobot 0.9 pada data Juni 2016- April 2017 memberikan

kesimpulan bahwa rata-rata proses tidak terkontrol secara statistik.

4.2 Kapabilitas Proses Sidafos 480SL

Kapabilitas proses adalah aktivitas yang dilakukan untuk menilai keseluruhan proses. Kapabilitas proses mengacu pada keseragaman proses yang biasanya diukur dari keseragaman produk yang dihasilkan. Suatu proses disebut mempunyai kapabilitas jika proses tersebut menghasilkan *output* yang berada dalam batas spesifikasi yang diharapkan.

Hasil analisis pada diagram kontrol MEWMV dan MEWMA, didapatkan hasil bahwa variabel *Concentration*, pH dan viskositas tidak terkontrol secara varians dan rata-rata, oleh karena itu perhitungan kapabilitas prosesnya dapat menggunakan MP_p dan MP_{pk} .

Tabel 4.4 Kapabilitas Proses Multivariat

MP_p	MP_{pk}
1.3102	-8.1939

Bedasarkan Tabel 4.4 didapatkan informasi bahwa hasil perhitungan indeks kapabilitas multivariat MP_p adalah sebesar 1.3102, nilai tersebut lebih besar dari 1 sehingga masih ada kecenderungan kinerja proses yang kapabel pada ketiga variabel, namun nilai MP_p hanya menjelaskan indeks saja, untuk menentukan apakah secara multivariat kinerja prosesnya mutlak kapabel, dapat menggunakan perhitungan MP_{pk} . Pada tabel 4.4 terlihat bahwa nilai MP_{pk} sebesar -8.1939. Nilai tersebut kurang dari 1 sehingga dapat di artikan bahwa untuk kinerja proses multivariat, ketiga variabel *concentration* pH dan viskositas tidak baik atau tidak kapabel, dimana tingkat presisi dan akurasi proses belum baik dan variasi proses belum berada dalam batas yang di tentukan. Proses yang tidak kapabel ini menyebabkan *cost* untuk membuat produk Sidafos 480SL menjadi lebih besar.

4.3 Identifikasi Penyebab *Out Of Control*

Pengendalian kualitas pada proses produksi Sidafos 480SL di PT. Petrosida Gresik dilakukan dengan melakukan monitoring varians proses dengan diagram kendali MEWMV. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa variabilitas proses masih dalam kondisi tidak terkendali karena terdapat titik-titik pengamatan yang berada di luar batas kendali. Sedangkan *mean* proses di monitoring dengan diagram kendali MEWMA. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rata-rata proses juga masih dalam keadaan yang tidak terkendali karena terdapat titik pengamatan yang berada di luar batas kendali. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses produksi Sidafos 480SL di PT. Petrosida Gresik tidak terkendali secara statistik, baik dari segi variabilitas maupun rata-rata proses.

Berdasarkan hasil monitoring proses yang telah dilakukan, maka PT. Petrosida Gresik perlu untuk melakukan perbaikan pada produksi Sidafos 480SL. Untuk dapat melakukan perbaikan, tentunya pihak perusahaan perlu mengetahui faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya *out of control*. Setelah dilakukan penelitian dengan pihak Petrosida didapatkan penyebab penyebab dari keadaan *out of control*. Yang pertama adalah kesalahan pekerja pabrik dalam memasukan urutan bahan baku. Kesalahan ini dapat menyebabkan produk menjadi kristal. Yang kedua adalah mesin yang terlalu panas sehingga produk menjadi gagal. Perlu dilakukan *cooling down* agar mesin tidak terlalu panas. Yang ketiga adalah bahan baku dari distributor yang kurang baik. Biasanya bahan baku yang kurang baik dikarenakan pemesanan kepada distributor yang berada diluar negeri dilakukan sebelum musim dingin sehingga bahan baku yang dikirimkan kurang baik. Penyebab keempat adalah Rotameter yang belum dikalibrasi dan pembersihan *line packing* yang kurang bersih. Dan penyebab terakhir adalah Kesalahan dalam memberi banyaknya sulfaktan dan warna.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan dan saran dari hasil analisis sebagai berikut.

5.1 Kesimpulan

1. Pada pengontrolan variabilitas proses dengan menggunakan diagram kontrol MEWMV dengan berbagai macam pembobot yang dilakukan yaitu ω dan λ antara 0.2-0.4, dapat diketahui bahwa nilai $\omega=0.2$ $\lambda=0.4$ $L= 3.3213$ merupakan nilai optimum yang dapat mendeteksi pergeseran variabilitas proses yang kecil dari produksi Sidafos 480SL. Dari diagram MEWMV yang terpilih yaitu dengan pembobot $\omega=0.2$ $\lambda=0.4$ $L= 3.3213$ dapat disimpulkan bahwa proses belum stabil.
2. Pada pengontrolan rata-rata proses dengan menggunakan diagram kontrol MEWMA dengan pembobot 0.1-0.9. Didapatkan pembobot 0.9 adalah nilai optimum yang dapat mendeteksi pergeseran rata-rata proses yang kecil dari produksi Sidafos 480SL. Proses dapat disimpulkan belum stabil dari digram MEWMA dengan pembobot 0.9.
3. Berdasarkan Hasil perhitungan Kapabilitas Proses, diketahui bahwa secara multivariat ketiga variabel yaitu *Concentration*, pH dan viskositas, didapatkan nilai MPp sebesar 1.3102 dan nilai MPpk sebesar -8.1939. Maka proses dikatakan tidak kapabel karena nilai MPpk kurang dari 1.

5.2 Saran

1. Untuk penerapan diagram kontrol *Generalized Variance* dan diagram kontrol T^2 Hotelling selanjutnya sebaiknya di uji untuk distribusi normal multivariat. Agar metode yang digunakan sesuai dengan data yang ada.

2. Sebaiknya dilakukan fase 1 dan fase 2 jika sudah ada perbaikan dari perusahaan, agar data bisa lebih terkontrol atau masuk dalam batas kendali.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitria, N. L. (2014). *implementasi grafik pengendalian multivarait T-hotelling terhadap kualitas produk kertas newprint di PT. adiprima suraprinta*. Malang: Universitas Negri Malang.
- Gustami, E. (2011). *Alat alat perbaikan kualitas*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Hasanah, Laelatul, & Supriyatna, A. (2014). *Statistika Lahan Pertanian*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Operations Management 9th Edition*. Jakarta: Salemba Empat.
- Huwang, L., & Arthur, B. (2007). Monitoring Multivariate Process Variability for Individual Observation. *Journal of Quality Industry*, 258-278.
- Johnson, R.A., dan Wichern, D.W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Lowry, C.A., Woodall, W.H., Champ, C.W., and Rigdon, S.E. (1992). A Multivariate Exponentially Weighted Moving Average Control Chart. *Technometrics*, 34. pp. 46-53.
- Montgomery, D. C. (2005). *Introduction to Statistical Quality Control 5th edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Morrison, D. (1990). *Multivariate Statistical Methods (Third Edition)*. New York: Mc Graw Hill Publishing Comfiney.
- PT. Petrosida Gresik, (2015). *Tentang Petrosida Gresik*. Retrieved January 13, 2017, from <http://www.petrosida-gresik.com/>
- Rachman, T. (2013). *Statistical Quality Control*. Jakarta: Universitas Esa Unggul.
- Raissi, S. (2009). Multivariate process capability indices on the presence of priority for quality characteristics. *Journal of Industrial Engineering International*, Vol. 5, No. 9, 27-36.

- Setiawan, J. A., & Supriyanto, H. (2011). *Perbaikan kualitas pada produksi pupuk dengan pendekatan konsep six sigma*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Shapiro, S. S. & Wilk, M. B. (1965). *An analysis of variance test for normality (complete samples)*. *Biometrika*. 52 (3–4), pp 591–611.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Metode Statistika edisi ketiga*. Alih Bahasa: Ir. Bambang Sumantri, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

LAMPIRAN

Lampiran A: Data Proses Produksi Sidafos 480SL

<i>Concentration</i>	<i>pH</i>	<i>Visko</i>	<i>Concentration</i>	<i>pH</i>	<i>Visko</i>
462.8	4.9	23	462.6	4.91	23
462	4.96	24	462	4.9	25
462	4.95	23	462.6	4.91	27
462	4.88	23.2	462.3	4.9	27
462.2	4.89	22.9	462	4.91	26
462.2	4.92	23.6	462.3	4.93	27
462	4.9	23	462.6	4.9	24
462.8	4.93	22.9	462.3	4.9	25
462	4.9	23	462.4	4.88	26
462	4.89	23	462.3	4.91	24
462	4.9	23	462.8	4.89	26
462.2	4.85	26	462.3	4.9	25
462	4.9	24	462.5	4.87	23
462.8	4.88	23	462.5	4.9	26
462.7	4.88	26	462.3	4.91	24
462	4.8	24.6	462	4.85	23
462.7	4.83	26.9	462.3	4.82	26
462	4.85	25	462	4.92	24
462.8	4.93	28	462.5	4.89	23
462	4.88	25	462.1	4.88	23
462	4.9	25	462.3	4.91	24
462.7	4.92	24	462	4.88	24
462.8	4.91	23	462.5	4.92	23
462.6	4.93	23	462.3	4.89	23
462	4.89	25	462.1	4.89	24
462.7	4.91	23	462	4.78	23
462.6	4.9	23.5	462	4.8	23
462	4.92	23	462	4.79	23
462.3	4.92	23	462.6	4.9	25

Lanjutan Lampiran A

Concentration	pH	Visko	Concentration	pH	Visko
462	4.7	23	462.2	4.67	23
462	4.67	24	462.1	4.62	23
462.5	4.65	23	462.4	4.68	23
462	4.66	24	462.2	4.65	24
462.3	4.69	24	462.3	4.67	23
462.1	4.6	23	462.1	4.64	23
462	4.7	23	462.2	4.65	26
462.7	4.67	23	462.2	4.66	24
462	4.65	23	462.3	4.63	23
462.3	4.67	23	462.1	4.71	27
462.1	4.68	23	462.3	4.69	23
462	4.68	23	462.2	4.65	23
462.3	4.71	28	462.1	4.81	24
462.1	4.68	25	462	4.7	23
462.5	4.68	23	462.3	4.79	23
462.2	4.67	24	462	4.8	24
462.3	4.71	27	462.1	4.7	23
462.5	4.65	23	462	4.65	23
462	4.67	23	462.1	4.7	25
462.1	4.68	24	462.2	4.67	23
462.1	4.71	26	462	4.67	24
462.3	4.79	23	462.1	4.66	24
462.1	4.67	23	462.1	4.6	25
462.3	4.69	26	462	4.61	25
462.5	4.65	25	462.1	4.6	25
462.2	4.63	23	462.1	4.67	23
462.1	4.65	23	462	4.65	24
462.2	4.64	23	462.1	4.66	24
462.1	4.63	25	462.1	4.68	27

Lanjutan Lampiran A

Concentration	pH	Visko	Concentration	pH	Visko
462.1	4.7	26	462.2	4.72	24
462.1	4.68	23	462	4.73	24
462.5	4.72	23	462.3	4.72	25
462	4.65	24	462	4.71	23
462.3	4.7	26	462.3	4.7	24
462.4	4.72	23	462	4.71	24
462.3	4.79	27	462	4.65	24
462.4	4.6	26	462	4.6	23
462.3	4.7	23	462	4.67	25
462.4	4.71	25	462	4.65	24
462.3	4.7	25	462	4.7	23
462.4	4.6	26	462	4.68	24
462	4.6	26	462.3	4.7	23
462.3	4.67	24	462	4.71	23
462	4.7	25	462	4.65	23
462	4.59	26.1	462.2	4.69	23
462.3	4.67	23	462.3	4.61	23
462	4.71	26	462.3	4.77	23
462.3	4.67	23	462.3	4.7	23
462	4.65	25	462.4	4.65	23
462.3	4.7	24	462.2	4.76	23
462	4.65	24	462.3	4.69	23
462.3	4.6	26	462	4.63	23
462	4.6	21	462	4.7	24
462	4.7	25	462	4.65	23
462	4.62	23	462.3	4.65	23
462	4.72	23	462.2	4.7	23
462.2	4.7	24	462.2	4.69	23
462.3	4.72	27	462	4.7	23

Lanjutan Lampiran A

<i>Concentration</i>	pH	Visko	<i>Concentration</i>	pH	Visko
462.3	4.68	24	462	4.91	24
462.2	4.72	23	462	4.9	23
462	4.8	23	462	4.45	24
462.3	4.75	24	462.3	4.98	25
462.2	4.79	23	462	4.98	25
462.3	4.7	26	462	4.92	24
462	4.75	23	462	4.9	23
462.3	4.69	26	462	4.8	25
462.2	4.74	24	462	4.9	25
462.3	4.7	24	462	4.91	24
462.3	4.73	23	462	5.01	24
462.2	4.71	24	462	5.02	23
462	4.98	23	462	5	23.5
462	5.08	23	462	5.01	26.1
462.2	4.99	24	462	4.95	23
462	5.05	23	462	4.97	23
462	5.01	23	462	4.97	23
462.3	4.99	24	462.2	4.97	23
462.3	5.04	23			
462.4	4.92	24			
462	4.95	23			
462.3	4.93	24			
462	5.02	24			
462.3	4.96	24			
462	4.95	23			
462.2	4.96	23			
462.3	4.94	24			
462	4.9	24			
462	4.92	23			

Lampiran B: Pengujian Independensi**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		.530
	Approx. Chi-Square	11.540
Bartlett's Test of Sphericity	Df	3
	Sig.	.009

Lampiran C: Syntax MATLAB *Generalized Variance*

```

clc; clear all;
xdata=importdata('E:\uni.txt');
alpha=0.0027;
[m,p]=size(xdata)
for i=1:(m-1)
    for j=1:p
        v(i,j)=xdata(i+1,j)-xdata(i,j);
    end
end
vt=v';
s=0.5*vt*v/(m-1);
sinv=inv(s);
for i=1:m
    for j=1:p
        xbark(i,j)=(1/i)*sum(xdata(1:i,j));
    end
end
for i=1:m
    for j=1:p
        xixbark(i,j)=xdata(i,j)-xbark(i,j);
    end
end
for i=1:(m-1)
    for j=1:p
        SSk=xixbark(i,:)'*xixbark(i,:);
        SSk1=xixbark(1+1,:)'*xixbark(i+1,:);
        D=SSk1-SSk;
        F(i)=sqrt(trace(D^2));
    end
end
end

```

```

F=F';
c=(trace(s^2))/(trace(s));
r=((trace(s))^2)/(trace(s^2));
ucl=c*(chi2inv(1-alpha,floor(r)))
lcl=0;
bka(1:m-1)=ucl;
bkb=zeros(m-1);
x=1:m-1;
y=F;
plot(x,y,'b*-',x,bka,'k-',x,bkb,'k-')
title('Diagram Kontrol Improved')
xlabel('Pengamatan ke-')
ylabel('F')
text(m,ucl,'BKA=1.6232e+03')
text(m,lcl,'BKA=0')
for i=1:m-1
    if(F(i)>ucl)|| (F(i)<lcl)
        o(i)=1;else o(i,1)=0;
    end;
end;
out=sum(o);
for i=1:m-1
    if(F(i,1)>ucl)|(F(i,1)<lcl)
        obs (i)=i;else obs(i)=0;
    end;
end;
obs_out=obs

```

Lampiran D: Syntax MATLAB T²Hotelling

```
clc; clear all;
xdata=importdata('E:\uni.txt');
alpha=0.0027
[m,p]=size(xdata);
for i=1:(m-1)
    for j=1:p
        k=i+1;
        v(i,j)=xdata(k,j)-xdata(i,j);
    end
end

vt=v';
s=(1/(2*(m-1)))*vt*v;

invs=inv(s);
rata=mean(xdata);

for j=1:p
    for i=1:m
        t1(i,j)=xdata(i,j)-rata(1,j);
    end
end
t2=t1';
for i=1:m
    T(i,1)=t1(i,:)*invs*t2(:,i);
end
ucl=22.5;
lcl=0;
for i=1:m
    bka(i,1)=ucl;
end
for i=1:m
    bkb(i,1)=lcl;
end
```

```
x=1:m;
y=T;
plot(x,y,'b*-',x,bka,'k-',x,bkb,'k-');
xlabel('pengamatan ke-')
ylabel('Tsquare')
text(k,ucl,'BKA=19.76')
text(k,lcl,'BKB=0')

for i=1:m
    if (T(i,1)>ucl) || (T(i,1)<lcl);
        o(i,1)=1; else o(i,1)=0;
    end
end
out=sum(o)
```

Lampiran E: Syntax R Uji Normal Multivariat

```
>dataset<-  
read.table("F:/datafix.txt",header=TRUE,sep=" ",stri  
p.white=TRUE)  
> x<-t(dataset[1:221,1:3])  
> mshapiro.test(x)
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: Z  
W = 0.9294, p-value = 8.235e-09
```

Lampiran F: Syntax MATLAB MEWMV

```

clc; clear all;
X = importdata('E:\uni.txt');
omega=0.9;
lamda=0.9;
p=3;
L=4.4984;
[brsX,klmX]=size(X);
t=brsX;
I=eye(t);
for i=1:t
    elemen(i)=lamda*(1-lamda)^(i-1);
end
for i=1:t
    for j=1:t
        if i<j
            M(i,j)=0;
        else
            for l=i:t
                M(l,j)=elemen(l-j+1);
            end
        end
    end
end
A=X*X';
for u=1:brsX
    Apartu=A(1:u,1:u);
    Ipartu=I(1:u,1:u);
    Mpartu=M(1:u,1:u);
    elemenC=[];
    for i=1:u
        if i>1
            elemenC(i)=omega*(1-omega)^(u-i);
        else
            elemenC(i)=(1-omega)^(u-i);
        end
    end
end

```

```

C=diag(elemenC);
Q=(Ipartu-Mpartu)'*C*(Ipartu-Mpartu);
trv(u)=trace(Q*Apartu);
ekspektasi(u)=p*trace(Q);
Q2=Q.^2;
sumQ2=sum(sum(Q2));
var(u)=2*p*sumQ2;
ba=ekspektasi+(L*sqrt(var));
bb=ekspektasi-(L*sqrt(var));
end
trvpartial=trv(:,1:t);
ekspekpartial=ekspektasi(:,1:t);
varpartial=var(:,1:t);
bapartial=ba(:,1:t);
bbpartial=bb(:,1:t);
keluar=0;
d=0;
for i=1:t-1
if trvpartial(i)<bbpartial(i)
keluar=keluar+1
d=d+1
yangkeluar(d)=i;
end
if trvpartial(i)>bapartial(i)
keluar=keluar+1
d=d+1
yangkeluar(d)=i;
end
end
x=1:t;
plot(x,trvpartial,'b.-',x,bapartial,'k.-',x,bbpartial,'k.-');
xlabel('Pengamatan ke-');
ylabel('Trace Vt');

```


Lampiran G: Diagram Kontrol MEWMV dengan berbagai pembobot

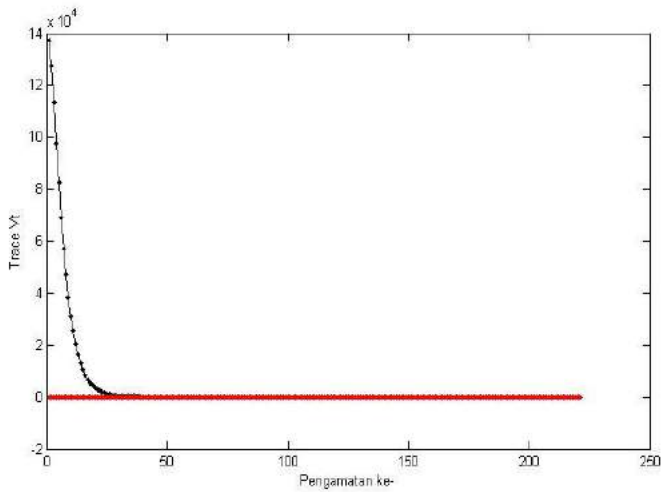


Diagram kontrol MEWMV $\omega=0.2$ $\lambda=0.2$ $L= 3.3086$

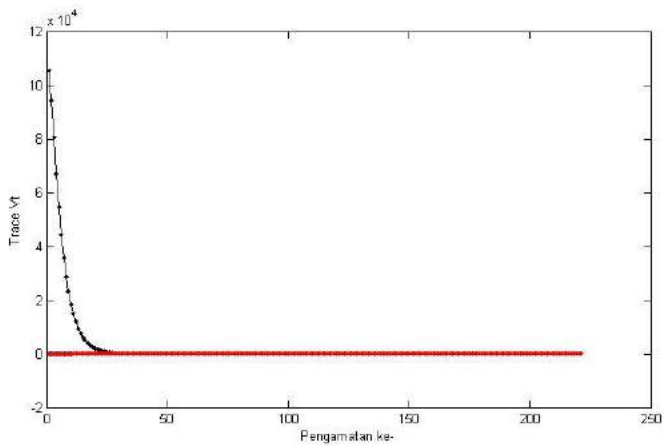


Diagram kontrol MEWMV $\omega=0.2$ $\lambda=0.3$ $L= 3.3164$

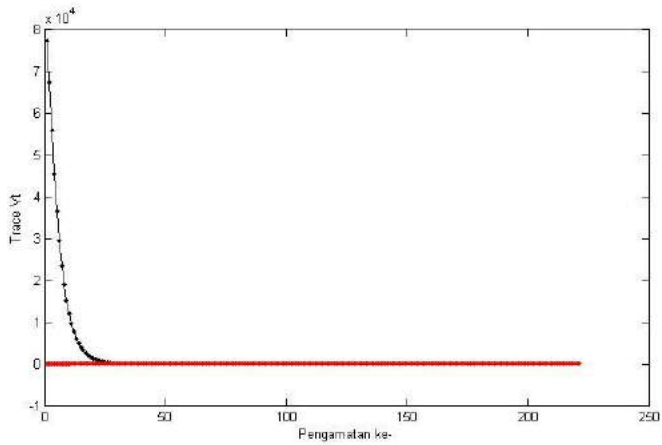


Diagram kontrol MEWMV $\omega=0.2$ $\lambda=0.4$ $L= 3.3213$

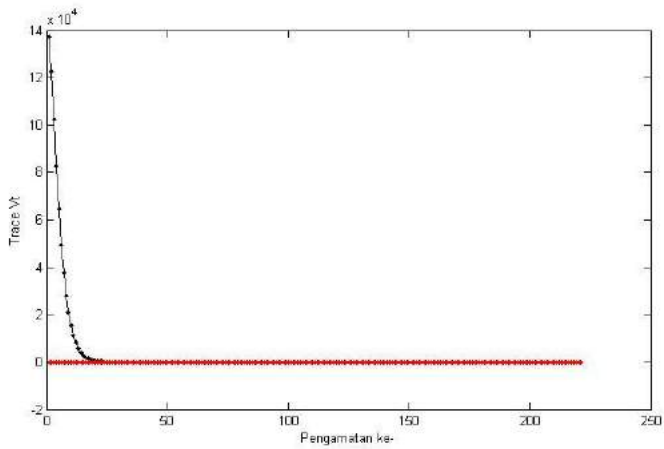


Diagram kontrol MEWMV $\omega=0.3$ $\lambda=0.2$ $L= 3.6523$

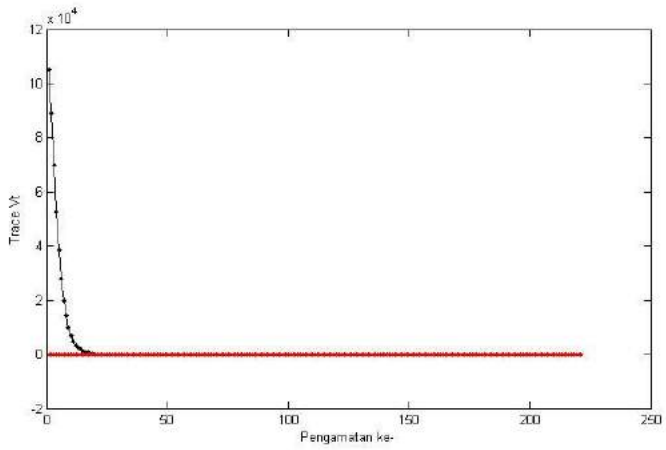


Diagram kontrol MEWMV $\omega=0.3$ $\lambda=0.3$ $L= 3.6602$

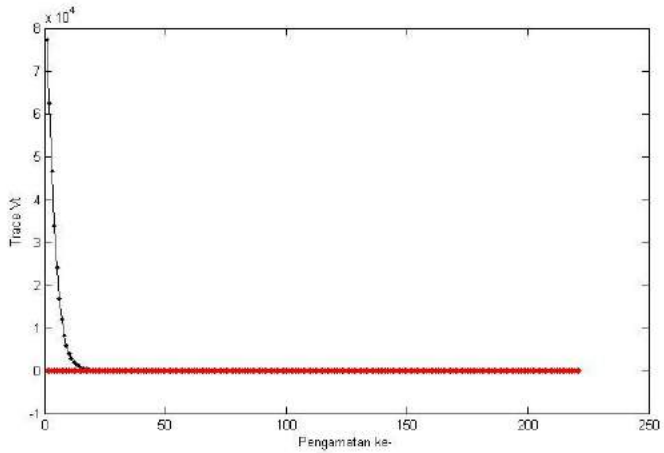


Diagram kontrol MEWMV $\omega=0.3$ $\lambda=0.4$ $L= 3.6699$

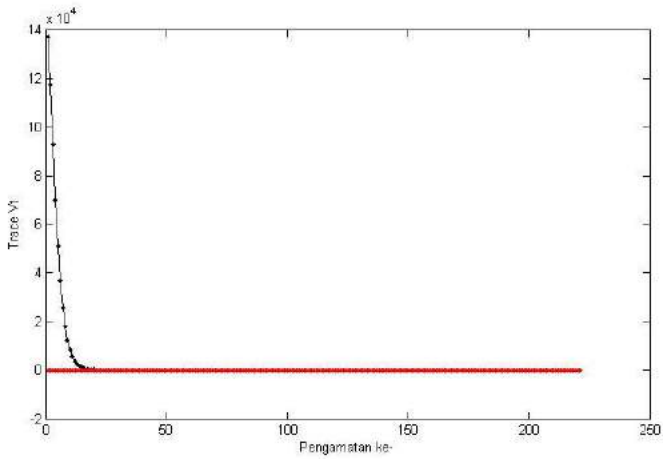


Diagram kontrol MEWMV $\omega=0.4$ $\lambda=0.2$ $L= 3.9063$

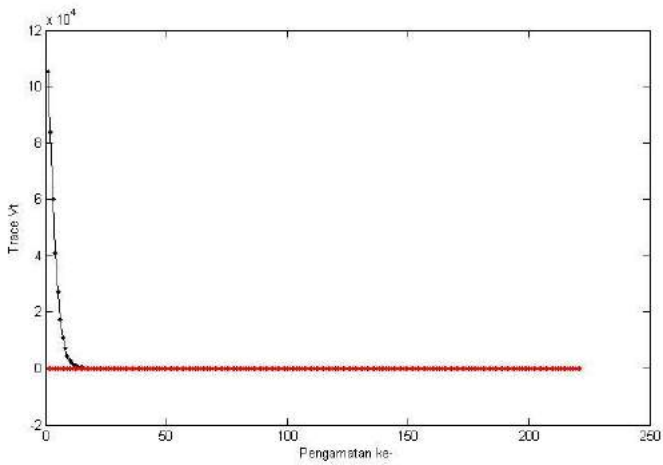


Diagram kontrol MEWMV $\omega=0.4$ $\lambda=0.3$ $L= 3.9121$

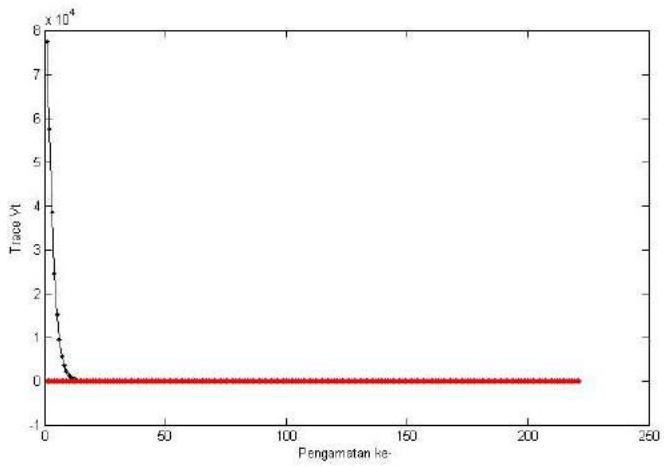


Diagram kontrol MEWMV $\omega=0.4$ $\lambda=0.4$ $L= 3.9219$

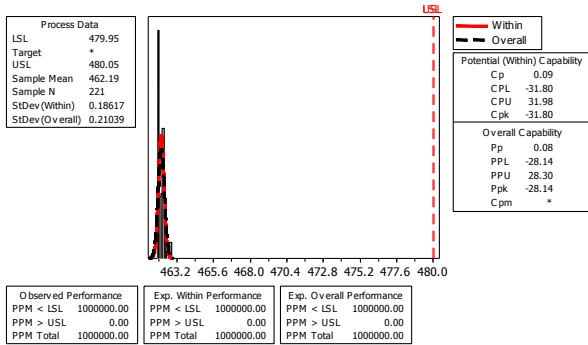
Lampiran H: Tabel nilai L diagram kontrol MEWMV

ω	λ	L	ω	λ	L	ω	λ	L
0.1	0.1	2.7900	0.4	0.1	3.8984	0.7	0.1	4.3777
	0.2	2.7939		0.2	3.9063		0.2	4.3797
	0.3	2.7949		0.3	3.9121		0.3	4.3816
	0.4	2.7988		0.4	3.9219		0.4	4.3836
	0.5	2.7979		0.5	3.9277		0.5	4.3855
	0.6	2.8027		0.6	3.9395		0.6	4.3875
	0.7	2.8066		0.7	3.9492		0.7	4.3836
	0.8	2.8105		0.8	3.9511		0.8	4.3836
	0.9	2.8164		0.9	3.9492		0.9	4.3758
0.2	0.1	3.3105	0.5	0.1	4.1016	0.8	0.1	4.4707
	0.2	3.3086		0.2	4.1016		0.2	4.4668
	0.3	3.3164		0.3	4.1094		0.3	4.4629
	0.4	3.3213		0.4	4.1152		0.4	4.4688
	0.5	3.3340		0.5	4.1191		0.5	4.4688
	0.6	3.3438		0.6	4.1270		0.6	4.4688
	0.7	3.3535		0.7	4.1367		0.7	4.4629
	0.8	3.3594		0.8	4.1387		0.8	4.4590
	0.9	3.3691		0.9	4.1328		0.9	4.4551
0.3	0.1	3.6484	0.6	0.1	4.2578	0.9	0.1	4.5234
	0.2	3.6523		0.2	4.2578		0.2	4.5195
	0.3	3.6602		0.3	4.2617		0.3	4.5117
	0.4	3.6699		0.4	4.2695		0.4	4.5195
	0.5	3.6797		0.5	4.2715		0.5	4.5176
	0.6	3.6895		0.6	4.2715		0.6	4.5137
	0.7	3.6943		0.7	4.2734		0.7	4.5098
	0.8	3.7011		0.8	4.2813		0.8	4.5078
	0.9	3.7070		0.9	4.2715		0.9	4.4984

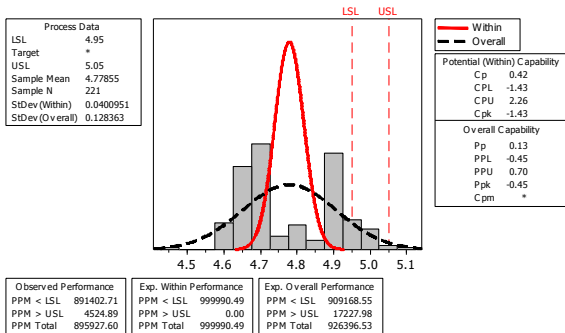
Nilai L di dapatkan dari simulasi Monte Carlo dengan $\alpha = 0.0027$

Lampiran I: Kapabilitas Proses Univariate

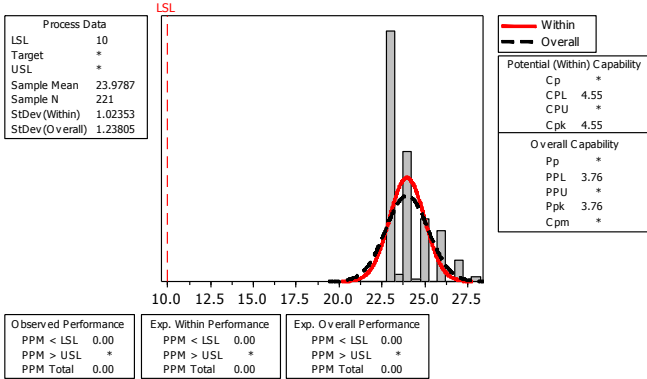
Process Capability of Con



Process Capability of pH



Process Capability of Viskositas



SURAT KETERANGAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

1. Mahasiswa Statistika FMIPA-ITS dengan identitas berikut :

Nama : ANWISA HASANAH ZIARIEPUTI

NRP : 131300085

Telah mengambil data di instansi/perusahaan kami :

Nama Instansi : PT-PETROSIDA, GRESIK

Divisi/ bagian : Quality control - Lab

sejak tanggal 27-DES-2016 sampai dengan 6-JAN-2017 untuk

keperluan Tugas Akhir/Thesis Semester Gasal/Genap* 2016/2017

2. Tidak Keberatan/Keberatan* nama perusahaan dicantumkan dalam Tugas Akhir/ Thesis mahasiswa Statistika yang akan di simpan di Perpustakaan ITS dan dibaca di lingkungan ITS.

3. Tidak Keberatan/Keberatan* bahwa hasil analisis data dari perusahaan dipublikasikan dalam E journal ITS yaitu Jurnal Sains dan Seni ITS.

Gresik, Mei 2017
Pimpinan Perusahaan
Divisi Quality Control


Ach. Rafiqi
IP 85038



*(coret yang tidak perlu)

BIODATA PENULIS



Penulis yang biasa disapa Nisa memiliki nama lengkap Annisa Hasanah Ziarieputi. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang lahir di Jakarta pada tanggal 15 April 1996 yang pernah mengampuh pendidikan formal di TK Islam Al-Azhar Kelapa Gading Jakarta (2000-2002). SD Islam Al-Azhar Kelapa Gading Jakarta (2002-2008). SMP Islam Al-Azhar Kelapa Gading Jakarta (2008-2010). SMA Negri 13 Jakarta (2010-2013). Setelah lulus SMA, Penulis mendapat kesempatan masuk ke Jurusan Statistika ITS melalui jalur SBMPTN dan tercatat sebagai mahasiswa Statistika angkatan 2013 dengan NRP 1313100085 dan menjadi bagian dari keluarga sigma 24. Penulis yang menggemari seni tari dan olahraga basket juga *public speaking* ini pernah aktif di berbagai kegiatan kemahasiswaan diantaranya sebagai staff departemen Kesenian dan Olahraga 2014-2015, Kepala Biro Departemen Hubungan Luar 2015-2016. Selain itu penulis juga menjadi bagian dari kepanitiaan acara nasional Departemen Statistika yaitu Pekan Raya Statistika bagian *Sponsorship*. Pengalaman yang didapat penulis dibangku kuliah selain itu adalah terpilih oleh *Asia Pacific-Indonesia Multicultural Understanding Network* menjadi *Cultural Ambassador* di Jepang. Selain itu penulis juga mendapat kesempatan dan pengalaman menjadi asisten dosen mata kuliah Pengendalian Kualitas Statistik (PKS). Untuk saran, kritik dan diskusi mengenai tugas akhir ini, penulis dapat dihubungi melalui email annisaziarieputi@gmail.com