



**TUGAS AKHIR – SS 141501**

**PENGENDALIAN KUALITAS AIR PRODUKSI  
DI PDAM SURYA SEMBADA KOTA SURABAYA**

**ENJELINA PUSPA MELATI  
NRP 1313 100 040**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S  
Diaz Fitra Aksioma, M.Si**

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



**TUGAS AKHIR – SS 141501**

**PENGENDALIAN KUALITAS AIR PRODUKSI  
DI PDAM SURYA SEMBADA KOTA SURABAYA**

**ENJELINA PUSPA MELATI  
NRP 1313 100 040**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S  
Diaz Fitra Aksioma, M.Si**

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



**FINAL PROJECT – SS 141501**

**QUALITY CONTROL OF WATER PRODUCTION  
IN PDAM SURYA SEMBADA KOTA SURABAYA**

**ENJELINA PUSPA MELATI  
NRP 1313 100 040**

**Supervisor  
Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S  
Diaz Fitra Aksioma, M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### PENGENDALIAN KUALITAS AIR PRODUKSI DI PDAM SURYA SEMBADA KOTA SURABAYA

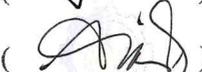
#### TUGAS AKHIR

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 :

**Enjelina Puspa Melati**  
NRP. 1313 100 040

Disetujui oleh Pembimbing:  
Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S  
NIP. 19580823 198403 1 003  
Diaz Fitra Aksioma, M.Si  
NIP. 19870602 201212 2 002

()  
()



Mengetahui,  
Kepala Departemen

  
Dr. Suhartono  
NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2017

# PENGENDALIAN KUALITAS AIR PRODUKSI DI PDAM SURYA SEMBADA KOTA SURABAYA

**Nama Mahasiswa : Enjelina Puspa Melati**

**NRP : 1313 100 040**

**Departemen : Statistika**

**Dosen Pembimbing 1: Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S**

**Dosen Pembimbing 2: Diaz Fitra Aksioma, M.Si**

## **Abstrak**

*PDAM Surya Sembada kota Surabaya adalah perusahaan yang bergerak di bidang jasa penyediaan dan pelayanan air bersih bagi masyarakat Surabaya. Instalasi Penjernihan Air Minum (IPAM) yang dimiliki oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya terdiri dari IPAM Karang Pilang I, II, III, dan IPAM Ngagel I, II, III. Pengujian kualitas air produksi di setiap IPAM menggunakan beberapa karakteristik kualitas yang terdiri dari kekeruhan, sisa chlor, pH, dan zat organik, dimana antar karakteristik kualitasnya saling berhubungan. Dalam kondisi karakteristik kualitas yang lebih dari satu dan saling berhubungan, penggunaan peta kendali multivariat lebih sesuai digunakan untuk pengendalian kualitas air produksi dibandingkan dengan peta kendali univariat. Peta kendali multivariat yang diusulkan adalah peta kendali MEWMV (Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance) untuk pengendalian variabilitas proses, sedangkan untuk pengendalian mean proses menggunakan peta kendali MEWMA (Multivariate Exponentially Weighted Moving Average). Hasil pengendalian kualitas air produksi pada Triwulan II tahun 2016 menggunakan peta kendali MEWMV didapatkan bahwa untuk variabilitas proses pada IPAM KP I dan NG III tidak terkendali secara statistik, sedangkan pada IPAM KP II, III, NG I dan II telah terkendali secara statistik dengan nilai pembobot optimal yang digunakan pada setiap IPAM adalah  $\omega=0,1$  dan  $\lambda=0,4$ . Untuk mean proses di semua IPAM belum terkendali secara statistik dengan pembobot optimal peta kendali MEWMA pada IPAM KP I, II, NG I, II dan III adalah  $\lambda=0,8$  serta pada IPAM KP III adalah  $\lambda=0,05$ . Kapabilitas proses menggunakan  $MP_p$  dan  $MP_{pk}$  menunjukkan proses pada IPAM KP I, II,*

*III, NG I dan II tidak kapabel, sedangkan pada IPAM NG III sudah kapabel.*

***Kata Kunci : Kapabilitas, Kekeruhan, MEWMA, MEWMV, pH, Sisa Chlor, Zat Organik.***

# QUALITY CONTROL OF WATER PRODUCTION IN PDAM SURYA SEMBADA KOTA SURABAYA

**Name** : Enjelina Puspa Melati  
**NRP** : 1313 100 040  
**Department** : Statistics  
**Supervisor 1** : Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S  
**Supervisor 2** : Diaz Fitra Aksioma, M.Si

## Abstract

*PDAM Surya Sembada kota Surabaya is a company to provide, supply and service fresh water for people in Surabaya. Installation of Water Purified (IPAM) owned by PDAM Surya Sembada kota Surabaya consists of IPAM Karang Pilang I, II, III, and IPAM Ngagel I, II, III. Testing the quality of water production in each IPAM uses some quality characteristics consisting of turbidity, residual chlorine, pH, and organic substance, where inter-quality characteristics are dependenced. In more than one characteristic conditions and dependence, multivariate control chart is more appropriate for quality control of water production than the univariate control chart. The proposed of multivariate control chart is MEWMV control chart to controlling variability process, while for controlling mean process using MEWMA control chart. The result of quality control of water production in the second quarter of 2016 using MEWMV control chart are for the variability process in IPAM KP I and NG III is not statistically controlled, while in IPAM KP II, III, NG I and III is statistically controlled with the optimal weighting value use in each IPAM is  $\omega=0,1$  and  $\lambda=0,4$ . Meanwhile for mean proses in all IPAM are not statistically controlled with the optimal weighting value of MEWMA control chart in IPAM KP I, II, NG I, II and III is  $\lambda=0,8$  and in IPAM KP III is  $\lambda=0,05$ . Process capability using  $MP_p$  and  $MP_{pk}$  shows the process in IPAM KP I, II, III, NG I and II are not capable, while in IPAM NG III is capable.*

**Keywords** : *Capability, MEWMA, MEWMV, pH, Organic Substance, Residual Chlorine*

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat hidayah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul

### **“Pengendalian Kualitas Air Produksi di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya”**

Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik dan lancar tidak lepas dari setiap bimbingan, bantuan dan doa yang telah diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Drs. Agus Suharsono, M.S dan Ibu Diaz Fitra Aksioma, M.Si selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Suhartono selaku Ketua Departemen Statistika FMIPA ITS.
3. Bapak Dr. Sutikno, S.Si, M.Si selaku Ketua Prodi S1 Departemen Statistika FMIPA ITS.
4. Bapak Drs. Haryono, MSIE dan Ibu Dra. Madu Ratna, M.Si selaku dosen penguji Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Bambang Widjanarko Otok, M.Si selaku dosen wali.
6. Ibu Nur Efi Meisaroch, S.Si. selaku manajer Bagian Pengendalian Proses PDAM Surya Sembada kota Surabaya.
7. Teman-teman mahasiswa Statistika ITS khususnya Prodi S1 angkatan 2013 ( $\Sigma 24$ ) dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Saya menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan untuk perbaikan dalam pengerjaan laporan berikutnya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis umumnya bagi kita semua.

Surabaya, Juli 2017

Penulis

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>TITLE PAGE</b> .....	iii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xxi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Manfaat.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 PDAM Surya Sembada Kota Surabaya.....	7
2.2 Proses Penjernihan Air.....	8
2.3 Statistika Deskriptif.....	10
2.4 Uji Korelasi.....	11
2.5 Analisis Faktor.....	12
2.6 Peta Kendali <i>Multivariate Exponentially Weighted     Moving Variance (MEWMV)</i> .....	13
2.7 Peta Kendali <i>Multivariate Exponentially Weighted     Moving Average (MEWMA)</i> .....	15
2.8 Analisis Kapabilitas.....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data.....	19
3.2 Variabel Penelitian.....	19
3.3 Struktur Data.....	21
3.4 Langkah Analisis Data.....	21

## **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1 Deskripsi Kualitas Air Produksi di Setiap IPAM.....	25
4.2 Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di Setiap IPAM.....	31
4.3 Stabilitas Proses Kualitas Air Produksi di Setiap IPAM.....	48
4.4 Kapabilitas Proses Kualitas Air Produksi di Setiap IPAM.....	70

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	78

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 3.1</b> Variabel Penelitian .....	20
<b>Tabel 3.2</b> Struktur Data Penelitian .....	21
<b>Tabel 4.1</b> Deskripsi Kualitas Air Produksi Pada IPAM Karangpilang I.....	25
<b>Tabel 4.2</b> Deskripsi Kualitas Air Produksi Pada IPAM Karangpilang II.....	26
<b>Tabel 4.3</b> Deskripsi Kualitas Air Produksi Pada IPAM Karangpilang III .....	27
<b>Tabel 4.4</b> Deskripsi Kualitas Air Produksi Pada IPAM Ngagel I .....	28
<b>Tabel 4.5</b> Deskripsi Kualitas Air Produksi Pada IPAM Ngagel II.....	29
<b>Tabel 4.6</b> Deskripsi Kualitas Air Produksi Pada IPAM Ngagel III.....	30
<b>Tabel 4.7</b> Uji KMO dan <i>Bartlett</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP I.....	31
<b>Tabel 4.8</b> Matriks <i>Anti-Image Correlation</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP I .....	32
<b>Tabel 4.9</b> Uji KMO dan <i>Bartlett</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP I (Setelah Penghapusan) .....	32
<b>Tabel 4.10</b> Matriks <i>Anti-Image Correlation</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP I (Setelah Penghapusan) .....	33
<b>Tabel 4.11</b> Analisis PCA Kualitas Air Produksi di IPAM KP I.....	33
<b>Tabel 4.12</b> Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM KP I.....	34
<b>Tabel 4.13</b> Uji KMO dan <i>Bartlett</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP II .....	34
<b>Tabel 4.14</b> Matriks <i>Anti-Image Correlation</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP II.....	35
<b>Tabel 4.15</b> <i>Communalities</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP II .....	35

	Halaman
<b>Tabel 4.16</b> Uji KMO dan <i>Bartlett</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP II (Setelah Penghapusan).....	36
<b>Tabel 4.17</b> Matriks <i>Anti-Image Correlation</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP II (Setelah Penghapusan).....	36
<b>Tabel 4.18</b> Analisis PCA Kualitas Air Produksi di IPAM KP II .....	37
<b>Tabel 4.19</b> Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM KP II .....	37
<b>Tabel 4.20</b> Uji KMO dan <i>Bartlett</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP III.....	37
<b>Tabel 4.21</b> Matriks <i>Anti-Image Correlation</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP III.....	38
<b>Tabel 4.22</b> Uji KMO dan <i>Bartlett</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP III (Setelah Penghapusan).....	38
<b>Tabel 4.23</b> Matriks <i>Anti-Image Correlation</i> Kualitas Air Produksi di IPAM KP III (Setelah Penghapusan) ....	39
<b>Tabel 4.24</b> Analisis PCA Kualitas Air Produksi di IPAM KP III.....	39
<b>Tabel 4.25</b> Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM KP III.....	40
<b>Tabel 4.26</b> Uji KMO dan <i>Bartlett</i> Kualitas Air Produksi di IPAM NG I.....	40
<b>Tabel 4.27</b> Matriks <i>Anti-Image Correlation</i> Kualitas Air Produksi di IPAM NG I.....	41
<b>Tabel 4.28</b> <i>Communalities</i> Kualitas Air Produksi di IPAM NG I.....	41
<b>Tabel 4.29</b> Analisis PCA Kualitas Air Produksi di IPAM NG I.....	42
<b>Tabel 4.30</b> Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM NG I.....	42
<b>Tabel 4.31</b> Uji KMO dan <i>Bartlett</i> Kualitas Air Produksi di IPAM NG II.....	43
<b>Tabel 4.32</b> Matriks <i>Anti-Image Correlation</i> Kualitas Air Produksi di IPAM NG II .....	43

	Halaman
<b>Tabel 4.33</b> <i>Communalities</i> Kualitas Air Produksi di IPAM NG II.....	44
<b>Tabel 4.34</b> Analisis PCA Kualitas Air Produksi di IPAM NG II.....	44
<b>Tabel 4.35</b> Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM NG II.....	45
<b>Tabel 4.36</b> Uji KMO dan <i>Bartlett</i> Kualitas Air Produksi di IPAM NG III.....	45
<b>Tabel 4.37</b> Matriks <i>Anti-Image Correlation</i> Kualitas Air Produksi di IPAM NG III.....	46
<b>Tabel 4.38</b> <i>Communalities</i> Kualitas Air Produksi di IPAM NG III.....	46
<b>Tabel 4.39</b> Uji KMO dan <i>Bartlett</i> Kualitas Air Produksi di IPAM NG III (Setelah Penghapusan).....	47
<b>Tabel 4.40</b> Matriks <i>Anti-Image Correlation</i> Kualitas Air Produksi di IPAM NG III (Setelah Penghapusan)....	47
<b>Tabel 4.41</b> Analisis PCA Kualitas Air Produksi di IPAM NG III.....	48
<b>Tabel 4.42</b> Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM NG III.....	48
<b>Tabel 4.43</b> Perhitungan Nilai $ \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} $ <i>Peta Kendali</i> MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP I.....	49
<b>Tabel 4.44</b> Perhitungan Nilai $ \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} $ <i>Peta Kendali</i> MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP II.....	51
<b>Tabel 4.45</b> Perhitungan Nilai $ \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} $ <i>Peta Kendali</i> MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP III.....	53
<b>Tabel 4.46</b> Perhitungan Nilai $ \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} $ <i>Peta Kendali</i> MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG I.....	55

<b>Tabel 4.47</b> Perhitungan Nilai $ \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} $ Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG II.....	57
<b>Tabel 4.48</b> Perhitungan Nilai $ \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} $ Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG III .....	58
<b>Tabel 4.49</b> Perhitungan Selisih Titik Maksimum dan BKA Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP I.....	61
<b>Tabel 4.50</b> Perhitungan Selisih Titik Maksimum dan BKA Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP II .....	62
<b>Tabel 4.51</b> Perhitungan Selisih Titik Maksimum dan BKA Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP III.....	64
<b>Tabel 4.52</b> Perhitungan Selisih Titik Maksimum dan BKA Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG I.....	65
<b>Tabel 4.53</b> Perhitungan Selisih Titik Maksimum dan BKA Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG II.....	66
<b>Tabel 4.54</b> Perhitungan Selisih Titik Maksimum dan BKA Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG III .....	68
<b>Tabel 4.55</b> Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Univariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP I.....	70
<b>Tabel 4.56</b> Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Multivariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP I.....	70
<b>Tabel 4.57</b> Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Univariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP II .....	71
<b>Tabel 4.58</b> Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Multivariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP II .....	71

	Halaman
<b>Tabel 4.59</b> Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Univariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP III .....	72
<b>Tabel 4.60</b> Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Multivariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP III .....	72
<b>Tabel 4.61</b> Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Univariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG I .....	73
<b>Tabel 4.62</b> Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Multivariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG I .....	73
<b>Tabel 4.63</b> Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Univariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG II .....	74
<b>Tabel 4.64</b> Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Multivariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG II .....	74
<b>Tabel 4.65</b> Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Univariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG III .....	75
<b>Tabel 4.66</b> Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Multivariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG III .....	75

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Skema Penjernihan Air .....	8
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	23
<b>Gambar 4.1</b> Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP I ( $\omega = 0,1$ dan $\lambda = 0,4$ ) .....	51
<b>Gambar 4.2</b> Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP II ( $\omega = 0,1$ dan $\lambda = 0,4$ )....	53
<b>Gambar 4.3</b> Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP III ( $\omega = 0,1$ dan $\lambda = 0,4$ ) ..	54
<b>Gambar 4.4</b> Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG I ( $\omega = 0,1$ dan $\lambda = 0,4$ ) ....	56
<b>Gambar 4.5</b> Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG II ( $\omega = 0,1$ dan $\lambda = 0,4$ ) ...	58
<b>Gambar 4.6</b> Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG III ( $\omega = 0,1$ dan $\lambda = 0,4$ )..	60
<b>Gambar 4.7</b> Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP I ( $\lambda = 0,8$ ).....	61
<b>Gambar 4.8</b> Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP II ( $\lambda = 0,8$ ) .....	63
<b>Gambar 4.9</b> Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP III ( $\lambda = 0,05$ ) .....	64
<b>Gambar 4.10</b> Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG I ( $\lambda = 0,8$ ).....	66
<b>Gambar 4.11</b> Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG II ( $\lambda = 0,8$ ).....	67
<b>Gambar 4.12</b> Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG III ( $\lambda = 0,8$ ) .....	69

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
<b>Lampiran A</b> Data .....	81
<b>Lampiran B</b> Analisis Faktor.....	87
<b>Lampiran C</b> Program Peta Kendali MEWMV.....	101
<b>Lampiran D</b> Identifikasi Penyebab <i>Out of Control</i> Peta Kendali MEWMV .....	102
<b>Lampiran E</b> Identifikasi Penyebab <i>Out of Control</i> Peta Kendali MEWMA .....	105
<b>Lampiran F</b> Kapabilitas Proses.....	108
<b>Lampiran G</b> Surat Keterangan Publikasi oleh Perusahaan ....	113

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Surya Sembada Kota Surabaya merupakan salah satu Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang dimiliki oleh pemerintah kota Surabaya. PDAM Surya Sembada kota Surabaya adalah perusahaan yang bergerak di bidang jasa penyediaan dan pelayanan air bersih bagi masyarakat Surabaya. Instalasi Penjernihan Air Minum (IPAM) yang dimiliki oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya terdiri dari IPAM Karang Pilang I, II, III, dan IPAM Ngagel I, II, dan III. Kualitas proses dan hasil produksi air minum PDAM Surya Sembada kota Surabaya di uji di laboratorium Ngagel dan Karang Pilang yang bekerjasama dengan Laboratorium PJT (Perum Jasa Tirta) I melakukan pengujian kualitas air sesuai aturan Permenkes RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 pada sumber air, IPAM (produksi) dan kurang lebih 225 sampel air setiap bulan di pelanggan (PDAM, 2012).

Setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya memiliki beberapa parameter atau karakteristik kualitas yang digunakan sebagai penentu kualitas air produksi, yaitu kekeruhan (*turbidity*), sisa chlor, pH, dan zat organik ( $KMNO_4$ ). Keempat karakteristik kualitas tersebut dilakukan *monitoring* setiap hari karena diwaspadai terjadi pencemaran air. Dalam pengendalian kualitas air produksi, batas spesifikasi untuk kekeruhan, pH, dan zat organik merujuk pada aturan Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010, sedangkan untuk sisa chlor mengacu pada Permenkes RI Nomor 736 Tahun 2010 (PDAM, 2012). Apabila hasil pengukuran kekeruhan melebihi batas spesifikasi maka dapat menyebabkan air berwarna keruh, berlumpur dan kotor (Eaton *et al*, 1995). Sedangkan untuk sisa chlor dan zat organik, apabila hasil pengukurannya melewati batas spesifikasi maka akan menimbulkan warna, bau dan rasa yang tidak diinginkan, juga mungkin bersifat racun baik secara langsung maupun setelah bersenyawa dengan zat

lain (Effendi, 2003), serta apabila pH air terlalu rendah atau kurang dari batas spesifikasi maka air minum akan terasa pahit atau asam, sedangkan apabila pH air terlalu tinggi atau melebihi batas spesifikasi maka air minum terasa tidak enak (kental atau licin). Keempat karakteristik kualitas tersebut memiliki hubungan yang saling mempengaruhi, seperti nilai konsentrasi sisa chlor meningkat apabila pH juga mengalami peningkatan. Sedangkan kekeruhan (*turbidity*) dapat meningkatkan kebutuhan dari chlor dan zat organik (Said, 2007).

Pengendalian kualitas statistik atau *Statistical Quality Control* (SQC) adalah untuk memonitor proses produksi dan mendeteksi adanya proses yang tidak terkendali (*out of control*) yang disebabkan oleh beberapa faktor atau karakteristik kualitas. SQC telah diaplikasikan secara luas dalam bidang industri maupun jasa. Secara umum berdasarkan proses yang digunakan untuk memonitor kualitas terdapat dua macam peta kendali yaitu peta kendali untuk mendeteksi adanya pergeseran *mean* dan variabilitas proses. Dalam beberapa kasus, sering dijumpai karakteristik kualitas yang lebih dari satu dalam sebuah proses produksi dan saling mempengaruhi antar karakteristik kualitas. Salah satu proses produksi yang memiliki karakteristik kualitas lebih dari satu dan saling berhubungan adalah proses produksi air minum yang dikelola oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya. Dalam kondisi karakteristik yang lebih dari satu, penggunaan peta kendali *multivariate* lebih sesuai dibandingkan dengan peta kendali *univariate* karena pada peta kendali *univariate* tidak meninjau korelasi atau interaksi antar karakteristik kualitas sehingga dapat terjadi kesalahan atau kepekaan (*misleading*) dalam menentukan adanya proses yang tidak terkendali (*out of control*). Dalam penerapannya, peta kendali *multivariate* harus memenuhi beberapa asumsi yaitu data yang digunakan harus berdistribusi normal multivariat, identik dan dependensi (saling berhubungan) antar karakteristik kualitas. Peta kendali *multivariate* yang digunakan pada penelitian ini adalah peta kendali MEWMV (*Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance*) yang digunakan untuk

pengendalian variabilitas proses dengan memiliki keunggulan bahwa lebih sensitif untuk mendeteksi adanya pergeseran variabilitas proses yang sangat kecil. Sedangkan, peta kendali yang digunakan untuk pengendalian *mean* proses adalah peta kendali MEWMA (*Multivariate Exponentially Weighted Moving Average*), dimana peta kendali MEWMA lebih sensitif untuk mendeteksi adanya pergeseran *mean* proses yang lebih kecil dan *robust* terhadap asumsi distribusi normal untuk pengamatan individual dibandingkan dengan peta kendali yang lain. Sehingga pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian asumsi distribusi normal multivariat. Perbedaan peta kendali MEWMA dan MEWMV dengan peta kendali yang lain adalah terdapat nilai pembobot, dimana nilai pembobot berguna untuk mengubah asumsi dari yang independen menjadi dependen antar karakteristik kualitas (Montgomery, 2009).

Dalam menentukan batas kendali untuk peta kendali MEWMV adalah dengan menggunakan nilai pembobot ( $\lambda$ ), *smoothing constant* ( $\omega$ ) dan *width of control limit* (L) atau konstanta yang bergantung pada banyaknya karakteristik kualitas yang diamati. Dalam penelitian ini terdapat 4 karakteristik kualitas sedangkan nilai L yang tersedia hanya untuk 2 dan 3 karakteristik kualitas, sehingga perlu dilakukan analisis faktor untuk mereduksi jumlah karakteristik kualitas dan mengetahui karakteristik kualitas yang paling berpengaruh atau dominan berdasarkan komponen utamanya (Jayanti, 2014). Berdasarkan karakteristik kualitas yang terbentuk dari komponen utama akan dilakukan pengontrolan terhadap karakteristik kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya dengan menggunakan peta kendali MEWMA dan MEWMV.

Penelitian tentang proses produksi air PDAM Surya Sembada Kota Surabaya telah dilakukan oleh (Devianti, 2006) dalam penerapan analisis *multivariate* dalam pengendalian kualitas air produksi di PDAM Surabaya dengan didapatkan kesimpulan bahwa tingkat akurasi dan presisi proses pengolahan air minum yang cukup bagus dan secara keseluruhan proses dalam kondisi

terkendali. Penelitian lainnya dilakukan oleh (Jayanti, 2014) yang melakukan penelitian tentang penerapan diagram kontrol MEWMA dan MEWMV pada pengendalian kualitas air produksi di IPAM Ngagel I PDAM Surya Sembada Kota Surabaya dengan didapatkan kesimpulan bahwa dari hasil analisis faktor yang termasuk dalam komponen utama adalah pH, zat organik, dan sisa chlor, pada diagram kontrol MEWMV didapatkan bahwa variabilitas proses telah terkendali pada fase I dan II begitupun juga pada diagram kontrol MEWMA, *mean* proses telah terkendali pada fase I dan II, serta hasil perhitungan kapabilitas pada fase I proses belum kapabel sedangkan pada fase II sudah kapabel. Selain itu, (Sucahyono, 2015) melakukan penelitian untuk mengetahui kapabilitas proses air produksi PDAM Surya Sembada Kota Surabaya dengan didapatkan kesimpulan bahwa proses pengolahan air bersih di IPAM Ngagel 2 sudah kapabel.

Berdasarkan uraian tersebut, kajian yang akan dibahas pada penelitian ini adalah tentang pengendalian kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya menggunakan peta kendali MEWMA dan MEWMV. Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian Jayanti namun menggunakan semua IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya sebagai lokasi pengamatannya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya?
2. Faktor-faktor apa yang berpengaruh atau dominan terhadap kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya berdasarkan komponen utama yang terbentuk?
3. Bagaimana stabilitas proses untuk kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya?
4. Bagaimana kapabilitas proses kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya?

### 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan karakteristik kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya.
2. Mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh atau dominan terhadap kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya berdasarkan komponen utama yang terbentuk.
3. Mengetahui hasil stabilitas proses untuk kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya.
4. Mengetahui hasil kapabilitas proses kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya.

### 1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi bagi pihak perusahaan sebagai bahan rekomendasi untuk memonitor kualitas air produksi yang dihasilkan di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya. Bagi peneliti diharapkan agar dapat mengaplikasikan ilmu statistika dalam kasus di kehidupan sehari-hari.

### 1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih fokus dan terarah maka perlu adanya batasan masalah. Batasan masalah pada penelitian ini adalah menggunakan data hasil pengujian air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya pada Triwulan II (bulan April-Juni) tahun 2016 dalam periode harian namun terdapat beberapa data yang *missing* pada hari libur kerja (seperti hari Sabtu dan Minggu) karena data tersebut tidak di publikasikan secara umum oleh pihak PDAM Surya Sembada kota Surabaya. Nilai pembobot yang digunakan pada peta kendali MEWMV adalah  $0,1 \leq \omega \leq 0,4$  dan  $0,1 \leq \lambda \leq 0,4$ , sedangkan pada peta kendali MEWMA menggunakan nilai pembobot  $0,05 \leq \lambda \leq 0,8$ .

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perusahaan Daerah Air Minum Surya Sembada Kota Surabaya**

Perusahaan Daerah Air Minum atau yang sering disebut PDAM adalah salah satu unit usaha milik daerah, yang bergerak dalam usaha distribusi air bersih bagi masyarakat umum. PDAM kini terdapat di setiap provinsi, kabupaten, dan kota madya yang tersebar di seluruh Indonesia. PDAM menjadi sarana penyedia air bersih yang diawasi serta dimonitor oleh aparat-aparat eksekutif maupun legislatif daerah. Riwayat PDAM secara umum dimulai dari pembangunan Air Minum di 106 kabupaten/kota, yang dilanjutkan pembentukan BPAM (Badan Pengelola Air Minum) sekaligus menjadi embrio PDAM yang mengelola fasilitas maupun sarana air minum dimana Pemerintah Pusat turut bertanggung jawab dalam pembangunan unit produksi milik Pemda ini.

PDAM kota Surabaya merupakan peninggalan jaman Belanda, dimana pembentukannya sebagai BUMD berdasarkan :

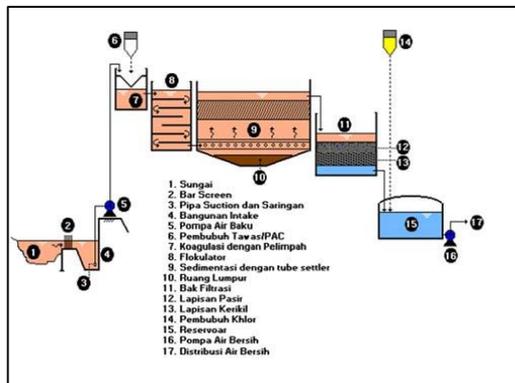
- Peraturan Daerah No. 7 tahun 1976 tanggal 30 Maret 1976
- Disahkan dengan Surat Keputusan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I Jawa Timur, tanggal 06 Nopember 1976 No. II/155/76
- Diundangkan dalam Lembaran Daerah Kotamadya Daerah Tingkat II Surabaya tahun 1976 seri C pada tanggal 23 Nopember 1976 No. 4/C

PDAM Surya Sembada kota Surabaya mempunyai budaya kerja dalam memberikan pelayanan kepada pelanggan yaitu memberikan *Satisfaction* (kepuasan), *Morale* (semangat), *Integrity* (integritas), *Leadership* (kepemimpinan) dan *Enter-preneurship* (kewirausahaan) yang disingkat SMILE. PDAM juga menerapkan ISO 900, 2000 mulai tahun 2007 pada area *front office* dengan ruang lingkup *Customer Service* dari aplikasi baru, rekaman air, pengendalian tarif, mutasi, membuka dan menutup meter air serta administrasi, dan *Call Center* keluhan pelanggan. Instalasi

Penjernihan Air Minum (IPAM) yang dimiliki oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya terdiri dari IPAM Ngagel I (NG I), Ngagel II (NG II), Ngagel III (NG III), dan IPAM Karang Pilang I (KP I), Karang pilang II (KP II), dan Karang Pilang III (KP III). Kapasitas produksi untuk IPAM NG I sebesar 1.800 liter/detik, NG II sebesar 1.000 liter /detik, NG III sebesar 1.750 liter/detik, KP I sebesar 1.450 liter/detik, KP II sebesar 2.500 liter/detik, KP III sebesar 2.000 liter/detik (PDAM, 2012).

## 2.2 Proses Penjernihan Air

Penjernihan air adalah suatu proses yang dilakukan untuk mengolah air baku menjadi air bersih yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Secara umum proses yang dilakukan dalam penjernihan air adalah di mulai dari *intake*, *Water Treatment Plant* (WTP), reservoir kemudian pendistribusian air bersih ke masyarakat melalui pipa-pipa dengan berbagai ukuran. Berikut adalah gambaran dari proses penjernihan air.



**Gambar 2.1** Skema Penjernihan Air (Sumber : PDAM Semarang, 2012)

Berikut adalah penjelasan dari setiap proses dari penjernihan air berdasarkan gambar 2.1.

### a. *Intake*

Bangunan *intake* berfungsi sebagai bangunan pertama masuknya air dari sumber air. Sumber air yang digunakan untuk pengolahan air bersih biasanya diambil dari air sungai. Pada

bangunan *intake* terdiri dari *bar screen*, *stop log*, dan pintu air. *Bar screen* berfungsi untuk menyaring benda-benda (sampah) yang ikut tergenang di air, agar tidak sampai masuk ke bangunan *intake* karena dapat mengganggu kinerja pompa. *Stop log* berfungsi untuk mengurangi kandungan lumpur dari air sumber. Sedangkan pintu air berfungsi untuk mengatur debit air sumber yang masuk dan keluar dari bangunan *intake*. Selanjutnya, air akan masuk dalam sebuah bak yang nantinya akan dipompa ke bangunan berikutnya untuk dilakukan pengolahan lebih lanjut, yaitu *Water Treatment Plant* (WTP).

b. *Water Treatment Plant* (WTP)

Bangunan WTP biasanya terdiri dari 4 bagian, yaitu bak koagulasi, bak flokulasi, bak sedimentasi, dan bak filtrasi. Pada bak koagulasi dilakukan proses destabilisasi dari partikel koloid dan *suspended solid* halus, karena pada dasarnya air sungai atau air-air kotor berbentuk koloid dengan berbagai partikel koloid yang terkandung didalamnya. Proses destabilisasi dilakukan dengan penambahan bahan kimia berupa koagulan. Koagulan yang paling banyak digunakan adalah aluminium sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ) atau tawas, karena dapat diperoleh dengan mudah dan harganya relatif murah dibandingkan dengan jenis koagulan lainnya. Proses destabilisasi juga dapat dilakukan secara fisik dengan *rapid mixing* (pengadukan cepat), pengadukan hidrotis (*hydrolic pump*), atau secara mekanis menggunakan batang pengaduk. Pada WTP biasanya dilakukan dengan cara hidrolis berupa *hydrolic jump* dengan lama proses antar 30 sampai dengan 90 detik. Setelah dari bak koagulasi, selanjutnya air akan masuk pada bagian bak flokulasi. Pada bak flokulasi dilakukan proses penjernihan air yang bertujuan untuk mempercepat proses penggabungan flok-flok dari proses koagulasi, dimana terjadi proses tarik-menarik dan membentuk flok yang ukurannya semakin lama semakin membesar serta mudah mengendap. Proses flokulasi dilakukan dengan teknik pengadukan lambat (*slow mixing*). Proses selanjutnya melewati bak sedimentasi, dimana pada bak sedimentasi berfungsi untuk mengendapkan partikel-partikel koloid (biasanya berupa lumpur)

yang sudah didestabilisasikan dari bak koagulasi. Pada bagian bak sedimentasi menggunakan prinsip berat jenis. Berat jenis partikel koloid akan lebih besar daripada berat jenis air. Sehingga pada bak sedimentasi terjadi pemisahan antara air dengan lumpur. Setelah dari bak koagulasi, flokulasi, dan sedimentasi, proses selanjutnya adalah pada bak filtrasi. Pada bak filtrasi berfungsi untuk menyaring partikel-partikel yang tidak terendapkan dari proses sedimentasi. Partikel-partikel yang tidak terendapkan biasanya terdiri dari antarasi, pasir silica, dan kerikil silica dengan ketebalan berbeda. Setelah dari WTP, terjadi proses tambahan yang dilakukan yaitu proses chlorinasi atau penambahan zat desinfektan yang berfungsi untuk membunuh bakteri, sebelum masuk ke bangunan selanjutnya, yaitu reservoir (PDAM, 2012).

#### c. Reservoir

Reservoir berfungsi untuk tempat penampungan sementara air bersih sebelum didistribusikan ke masyarakat melalui pipa-pipa. Reservoir digunakan sebagai penampungan air, karena adanya fluktuasi pemakaian air dari setiap konsumen (masyarakat), sehingga pada saat pemakaian air sedikit maka kelebihan air produksi dapat ditampung terlebih dahulu di reservoir untuk dapat digunakan lagi apabila terjadi peningkatan pemakaian air.

Gabungan dari bagian-bagian pengolahan air disebut IPA atau Instalasi Pengolahan Air. Untuk penghematan biaya pembangunan, bagian *intake*, WTP, dan reservoir dibangun dalam satu kawasan dengan ketinggian yang cukup tinggi, sehingga tidak diperlukan *pumping station* dengan kapasitas pompa dorong yang besar untuk menyalurkan air dari bangunan WTP ke reservoir (Joko, 2010).

### 2.3 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian dari suatu data sehingga memberikan informasi yang berguna. Dengan menggunakan statistika deskriptif, kumpulan data yang diperoleh akan tersaji dengan ringkas dan rapi. Informasi yang dapat diperoleh dari statistika deskriptif yaitu ukuran pemusatan data dan ukuran

penyebaran data (Walpole, 1995). Ukuran pemusatan data yang biasa digunakan adalah *mean*, median, dan modus. *Mean*, median, dan modus memberikan informasi tentang kecenderungan nilai pusat dari serangkaian observasi. *Range* dan *interquartile range* merupakan ukuran penyebaran dari data observasi. Selain *range* dan *interquartile range*, ukuran penyebaran data lainnya adalah varians dan standar deviasi. Varians dan standar deviasi lebih berguna daripada *range* dan *interquartile range* karena varians dan standar deviasi menggunakan informasi yang terkandung dalam semua data observasi (Aczel & Sounderpandian, 2008).

## 2.4 Uji Korelasi

Uji korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antar 2 karakteristik kualitas atau lebih. Salah satu metode untuk mengetahui apakah terdapat korelasi antar karakteristik kualitas pada proses produksi adalah dengan menggunakan metode Uji *Bartlett*. Hipotesis untuk uji *Bartlett* adalah sebagai berikut.

Hipotesis :

$H_0 : \rho = \mathbf{I}$  (tidak ada korelasi antar karakteristik kualitas)

$H_1 : \rho \neq \mathbf{I}$  (ada korelasi antar karakteristik kualitas)

Statistik Uji :

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

Keterangan :

$t$  = banyaknya pengamatan

$p$  = banyaknya karakteristik kualitas

$|\mathbf{R}|$  = nilai determinan matrik korelasi dari masing-masing karakteristik kualitas

Daerah penolakan :

Tolak  $H_0$  jika  $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{\alpha, \frac{p(p-1)}{2}}$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa karakteristik kualitas saling berkorelasi, hal ini berarti terdapat hubungan antar karakteristik kualitas proses produksi (Morisson, 2005).

## 2.5 Analisis Faktor

Analisis faktor merupakan suatu metode untuk menganalisis variabel atau karakteristik kualitas produksi yang saling berhubungan dengan menyederhanakan variabel asal yang diamati menjadi sejumlah faktor yang lebih sedikit dengan anggapan bahwa variabel asal dapat dinyatakan sebagai kombinasi linier dari faktor-faktor tersebut ditambahkan dengan suku residual. Berikut adalah model analisis faktor.

$$\begin{aligned}
 X_1 - \mu_1 &= \ell_{11}F_1 + \ell_{12}F_2 + \dots + \ell_{1q}F_q + \varepsilon_1 \\
 X_2 - \mu_2 &= \ell_{21}F_1 + \ell_{22}F_2 + \dots + \ell_{2q}F_q + \varepsilon_2 \\
 &\vdots \\
 X_p - \mu_p &= \ell_{p1}F_1 + \ell_{p2}F_2 + \dots + \ell_{pq}F_q + \varepsilon_p
 \end{aligned} \tag{2.2}$$

Keterangan :

- $\mu_i$  = rata-rata karakteristik kualitas ke- $i$
- $\varepsilon_i$  = residual atau faktor spesifik ke- $i$
- $F_j$  = *common factor* ke- $j$
- $\ell_{ij}$  = *loading* dari karakteristik kualitas ke- $i$  pada faktor ke- $j$
- $i$  = 1, 2, ...,  $p$
- $j$  = 1, 2, ...,  $q$
- $q$  = banyaknya faktor yang terbentuk.

Sebelum dilakukan analisis faktor, dilakukan analisis komponen utama atau *principal component analysis* (PCA), dimana PCA digunakan untuk mereduksi dimensi data dengan cara mentransformasi variabel asal yang berkorelasi menjadi satu *set* variabel baru yang tidak berkorelasi, selanjutnya variabel baru ini dinamakan sebagai komponen utama (PC). Berikut adalah cara menentukan banyaknya PC yang terbentuk.

1. Dengan melihat *scree plot*, dimana apabila garis yang terbentuk mengalami *range* yang cukup besar maka banyaknya PC adalah sejumlah garis tersebut
2. Banyaknya PC dipilih sesuai dengan banyaknya *eigen value* yang lebih besar dari satu

3. Sebaiknya jumlah PC yang dipilih adalah yang mampu memberikan kumulatif persen varians 80% - 90% (Johnson & Wichern, 2007).

### 2.6 Peta Kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Variance* (MEWMV)

Peta kendali MEWMV merupakan peta kendali yang digunakan untuk pengendalian variabilitas proses dengan keunggulannya adalah lebih sensitif untuk mendeteksi adanya pergeseran variabilitas proses yang kecil. Berikut adalah rumus untuk peta kendali MEWMV.

$$\mathbf{V}_t = \omega(\mathbf{x}_t - \mathbf{y}_t)(\mathbf{x}_t - \mathbf{y}_t)^T + (1 - \omega)\mathbf{V}_{t-1} \quad (2.3)$$

Dimana nilai pembobot *smoothing constant* ( $\omega$ ) adalah  $0 < \omega < 1$ , dengan nilai  $\mathbf{V}_0 = (\mathbf{x}_1 - \mathbf{y}_1)(\mathbf{x}_1 - \mathbf{y}_1)^T$ . Sedangkan untuk nilai estimasi dari  $\mathbf{y}_t$  dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\mathbf{y}_t = \lambda \mathbf{x}_t + (1 - \lambda)\mathbf{y}_{t-1} \quad (2.4)$$

Dimana nilai pembobot ( $\lambda$ ) adalah  $0 < \lambda < 1$ , dengan  $\mathbf{y}_t$  merupakan estimasi natural untuk *mean* proses pada waktu ke- $t$  dari peta kendali MEWMA dengan nilai  $\mathbf{y}_0 = 0$ .

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{x}_1 \\ \mathbf{x}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{x}_t \end{bmatrix}; \mathbf{Y} = \begin{bmatrix} \mathbf{y}_1 \\ \mathbf{y}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{y}_t \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Dimana  $t$  merupakan total banyaknya sampel pengamatan yang diamati dan nilai  $\mathbf{X}$  akan dihitung sebanyak  $p$  karakteristik kualitas yang diamati.

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} (1-\omega)^{t-1} & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & \omega(1-\omega)^{t-2} & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \ddots & 0 & \vdots \\ \vdots & \vdots & 0 & \omega(1-\omega) & 0 \\ 0 & 0 & \cdots & 0 & \omega \end{bmatrix} \quad (2.6)$$

Selanjutnya dilakukan substitusi dari persamaan (2.4) sampai diperoleh hasil perasamaan sebagai berikut.

$$\mathbf{y}_t = \sum_{i=1}^t \lambda(1-\lambda)^{t-i} \mathbf{x}_i \quad (2.7)$$

$$\mathbf{x}_t - \mathbf{y}_t = (1-\lambda)\mathbf{x}_t - \lambda(1-\lambda)\mathbf{x}_{t-1} - \cdots - \lambda(1-\lambda)^{t-1} \mathbf{x}_1; i = 1, 2, \dots, t$$

Kemudian dari persamaan (2.7) dilakukan perhitungan nilai matriks berikut.

$$(\mathbf{X} - \mathbf{Y}) = \begin{bmatrix} (\mathbf{x}_1 - \mathbf{y}_1)^T \\ (\mathbf{x}_2 - \mathbf{y}_2)^T \\ \vdots \\ (\mathbf{x}_t - \mathbf{y}_t)^T \end{bmatrix} = (\mathbf{I}_t - \mathbf{M})\mathbf{X} \quad (2.8)$$

Dengan  $\mathbf{I}_t$  merupakan matriks identitas yang berukuran  $t \times t$  dan  $\mathbf{M}$  merupakan matriks segitiga bawah yang berukuran  $t \times t$  dengan  $\lambda$  (nilai pembobot) yang telah ditentukan.

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} \lambda & 0 & \cdots & 0 \\ \lambda(1-\lambda) & \lambda & \vdots & 0 \\ \vdots & \cdots & \ddots & 0 \\ \lambda(1-\lambda)^{t-1} & \cdots & \lambda(1-\lambda) & \lambda \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

Berdasarkan persamaan (2.8), maka dapat diperoleh.

$$\mathbf{V}_t = (\mathbf{X} - \mathbf{Y})^T \mathbf{C}(\mathbf{X} - \mathbf{Y}) = \mathbf{X}^T (\mathbf{I}_t - \mathbf{M})^T \mathbf{C}(\mathbf{I}_t - \mathbf{M})\mathbf{X} \quad (2.10)$$

$$\mathbf{V}_t = \mathbf{X}^T \mathbf{Q}\mathbf{X}$$

Dimana nilai  $\mathbf{Q}$  merupakan matriks bujur sangkar yang berukuran  $t \times t$ .

$$\mathbf{Q} = (q_{ij}) = (\mathbf{I}_t - \mathbf{M})^T \mathbf{C}(\mathbf{I}_t - \mathbf{M}), 1 \leq i, j \leq t \quad (2.11)$$

Sehingga diperoleh titik yang diplotkan dalam peta kendali MEWMV yaitu.

$$\text{tr}(\mathbf{V}_t) = \text{tr}(\mathbf{X}^T \mathbf{Q} \mathbf{X}) = \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t q_{ij} \left( \sum_{k=1}^p x_{ik} x_{jk} \right) \quad (2.12)$$

Pada saat  $p = 1$ , persamaan (2.13) akan menjadi bentuk peta kendali EWMV. Sedangkan pada saat proses dalam keadaan terkendali dapat ditunjukkan perhitungan sebagai berikut.

$$E[\text{tr}(\mathbf{V}_t)] = p \sum_{i=1}^t q_{ii} = p \times \text{tr}(\mathbf{Q}) \quad (2.13)$$

$$\text{Var}[\text{tr}(\mathbf{V}_t)] = 2p \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t q_{ij}^2 \quad (2.14)$$

Berdasarkan persamaan (2.13) dan (2.14) didapatkan batas peta kendali MEWMV sebagai berikut.

$$E[\text{tr}(\mathbf{V}_t)] \pm L \sqrt{\text{Var}[\text{tr}(\mathbf{V}_t)]} = p \times \text{tr}(\mathbf{Q}) \pm L \sqrt{2p \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^t q_{ij}^2} \quad (2.15)$$

Dimana  $L$  merupakan konstanta yang bergantung pada nilai  $p$  (banyaknya karakteristik kualitas), sedangkan untuk nilai  $\omega$  (*smoothing constant*) dan  $\lambda$  (pembobot) telah ditentukan sebelumnya. Nilai batas kendali MEWMV didapatkan melalui simulasi *Monte Carlo* dengan *Average Run Length* ( $ARL_0$ ) sebesar 370 yang setara dengan  $\alpha$  sebesar 0,0027 (Huwang, Yeh, & Wu, 2007).

## 2.7 Peta Kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA)

Peta kendali MEWMA merupakan pengembangan dalam versi multivariat dari peta kendali EWMA untuk pengendalian *mean* proses. Kelebihan dari peta kendali MEWMA adalah lebih sensitif untuk mendeteksi adanya pergeseran *mean* proses yang kecil dan *robust* terhadap distribusi normal untuk pengamatan individual dibandingkan dengan peta kendali yang lain, yang artinya apabila data tidak memenuhi asumsi distribusi normal multivariat maka penggunaan peta kendali MEWMA masih dapat digunakan. Berikut adalah vektor dari setiap pengamatan pada peta kendali MEWMA.

$$\mathbf{Z}_i = \lambda \mathbf{X}_i + (1 - \lambda) \mathbf{Z}_{i-1} \quad (2.16)$$

Dimana  $0 < \lambda \leq 1$  dengan,

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

$t =$  banyaknya subgrup yang diamati

$\lambda =$  nilai pembobot

Titik pengamatan yang akan diplotkan dalam peta kendali adalah.

$$\mathbf{T}_i^2 = \mathbf{Z}_i^T [\boldsymbol{\Sigma}_{\mathbf{Z}_i}]^{-1} \mathbf{Z}_i \quad (2.17)$$

Dimana matriks kovariannya adalah.

$$\boldsymbol{\Sigma}_{\mathbf{Z}_i} = \frac{\lambda}{2 - \lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2i}] \boldsymbol{\Sigma} \quad (2.18)$$

Batas kendali atas yang digunakan pada peta kendali MEWMA dinyatakan dengan nilai  $H$ , dimana nilai  $H$  diperoleh berdasarkan nilai  $\lambda$  yang telah ditentukan dan jumlah karakteristik kualitas yang diamati. Sedangkan untuk nilai batas kendali bawah menggunakan nilai 0 (Montgomery, 2009).

## 2.8 Analisis Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah kemampuan suatu proses untuk menghasilkan suatu produk atau jasa yang sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan oleh suatu perusahaan. Untuk mengetahui suatu proses berjalan secara kapabel atau tidak (menghasilkan produk atau jasa yang sesuai dengan spesifikasi) sehingga digunakan AKP (Analisis Kapabilitas Proses). Kapabilitas proses biasanya ditunjukkan dengan indeks kapabilitas, dimana indeks kapabilitas adalah nilai yang menunjukkan apakah suatu proses sudah sesuai dengan batas spesifikasi atau belum.

Dalam penelitian ini pengamatan yang dilakukan pada karakteristik kualitas produksi merupakan kasus multivariat, karena proses belum terkendali maka digunakan indeks kapabilitas  $MP_p$  dan  $MP_{pk}$ . Sehingga perhitungan indeks kapabilitasnya adalah sebagai berikut.

$$MP_p = \left( \prod_{i=1}^p (P_p(X_i)) \right)^{\frac{1}{p}} \quad (2.19)$$

$$MP_{pk} = \left( \prod_{i=1}^p (P_{pk}(X_i)) \right)^{\frac{1}{p}}$$

Keterangan :

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

$p =$  banyaknya karakteristik kualitas

Nilai dari  $P_p$  menunjukkan nilai presisi, dimana dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$P_p(X_i) = \frac{BSA-BSB}{6s} \quad (2.20)$$

Sedangkan untuk nilai dari  $P_{pk}$  menunjukkan nilai akurasi, dengan rumusnya adalah sebagai berikut.

$$P_{pk}(X_i) = \min\{P_{pu}; P_{pl}\} \quad (2.21)$$

Dimana,

$$P_{pu} = \frac{BSA-\bar{X}}{3s}; P_{pl} = \frac{\bar{X}-BSB}{3s} \quad (2.22)$$

Keterangan :

BSA = Batas Spesifikasi Atas

BSB = Batas Spesifikasi Bawah

$\bar{X}$  = rata-rata proses

s = standar deviasi proses

Kriteria penilaian untuk indeks  $MC_{pk}$  atau  $MP_{pk}$ , apabila nilai  $MC_{pk}$  atau  $MP_{pk}$  yang didapatkan kurang dari 1 maka proses menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi atau tidak kapabel secara multivariat. Sedangkan apabila nilai  $MC_{pk}$  atau  $MP_{pk}$  lebih dari 1 maka proses menghasilkan produk yang sudah sesuai dengan spesifikasi atau kapabel secara multivariat. Apabila nilai  $MC_{pk}$  lebih kecil dari  $MC_p$  atau  $MP_{pk}$  lebih kecil dari  $MP_p$  maka menunjukkan bahwa proses pada karakteristik kualitas

produksi tidak terpusat dan tidak mencapai kapabilitas potensial (Montgomery, 2009).

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Sumber Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dari Bagian Pengendalian Proses di Kantor PDAM Surya Sembada kota Surabaya. Data sekunder diperoleh dari hasil pengujian kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya pada Triwulan II (Bulan April sampai dengan Juni) tahun 2016 periode harian.

Karakteristik kualitas yang digunakan adalah parameter kekeruhan (*turbidity*), sisa chlor ( $\text{Cl}_2$ ), pH, dan zat organik ( $\text{KMNO}_4$ ) yang diukur dan diambil sesuai dengan rancangan sampling yang digunakan oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya. Untuk pengujian kualitas air produksi di setiap IPAM dilakukan pengambilan sampel oleh Bagian Laboratorium, dimana pengambilan sampel dilakukan di aliran pipa yang terdapat di setelah bagian reservoir, dan sebelum di pompa distribusi ke pelanggan, pengambilan sampel diambil dan diukur dengan cara mengambil sampel air sebanyak satu botol kemudian dibawa ke Bagian Laboratorium untuk diukur menggunakan alat pengukuran masing-masing karakteristik kualitas kemudian mencatatkan hasil pengukuran dari masing-masing karakteristik kualitas. Pengambilan sampel diambil dan diukur pada periode harian.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 4 karakteristik kualitas yaitu kekeruhan, sisa chlor, pH dan zat organik. Batas spesifikasi yang dicantumkan pada Tabel 3.2 merujuk pada spesifikasi Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kekeruhan, pH, dan zat organik, sedangkan untuk sisa chlor mengacu pada Permenkes RI Nomor 736 Tahun 2010. Variabel penelitiannya adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.1** Variabel Penelitian

Variabel	Nama Variabel	Satuan Pengukuran	Skala	Spesifikasi
$X_1$	Kekeruhan	NTU	Rasio	Maksimum 5
$X_2$	Sisa Chlor	mg/liter	Rasio	0,2 – 1
$X_3$	pH		Interval	6,5 – 8,5
$X_4$	Zat Organik	mg/liter	Rasio	Maksimum 10

Berikut adalah penjelasan dari masing-masing variabel penelitian.

#### 1. Kekeruhan ( $X_1$ )

Kekeruhan (*turbidity*) disebabkan adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut (misalnya lumpur dan pasir halus), serta plankton dan mikroorganisme dalam air. Satuan pengukurannya menggunakan metode *Nephelometric* yaitu satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Units*). Pengukuran kekeruhan pada sampel air dengan metode *Nephelometric* dilakukan dengan menggunakan alat *turbidimeter* (Eaton *et al*, 1995).

#### 2. Sisa Chlor ( $X_2$ )

Chlor adalah zat kimia yang sering dipakai karena harganya murah dan masih memiliki daya desinfeksi sampai beberapa jam setelah pembubuhannya. Sedangkan sisa chlor merupakan residu dari klorinasi atau penjernihan air yang akan berbahaya bagi kesehatan manusia jika terkontaminasi dengan zat lain. Skala pengukurannya menggunakan satuan mg/liter (Effendi, 2003).

#### 3. Derajat Keasaman atau pH ( $X_3$ )

pH menunjukkan kadar keasaman atau basa dalam suatu larutan, melalui konsentrasi ion Hidrogen  $H^+$ . Unit pH adalah antara 0 (asam kuat) sampai dengan 14 (basa kuat) (Amrimaniar & Adil, 2010). Batas pH air normal adalah 6,5 sampai dengan 8,5. Apabila pH air terlalu rendah maka air minum akan terasa pahit atau asam, sedangkan apabila pH air terlalu tinggi maka air minum terasa tidak enak (kental atau licin).

#### 4. Zat Organik ( $X_4$ )

Zat organik ( $KMNO_4$ ) merupakan indikator umum bagi pencemaran air yang ditinjau berdasarkan tingginya zat organik yang dapat dioksidasi. Kadar zat organik yang berlebihan dalam air minum tidak diperbolehkan karena selain menimbulkan warna, bau dan rasa yang tidak diinginkan, juga mungkin bersifat racun baik secara langsung maupun setelah bersenyawa dengan zat lain. Skala pengukurannya menggunakan satuan mg/liter (Effendi, 2003).

### 3.3 Struktur Data

Pada penelitian ini, terdapat 63 pengamatan individual dengan subgrupnya adalah hari. Berikut adalah struktur data penelitian.

**Tabel 3.2** Struktur Data Penelitian

Sampel ke- $i$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$
2	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	$x_{24}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
$t$	$x_{t1}$	$x_{t2}$	$x_{t3}$	$x_{t4}$

Keterangan :

$t$  = banyaknya pengamatan

### 3.4 Langkah Analisis Data

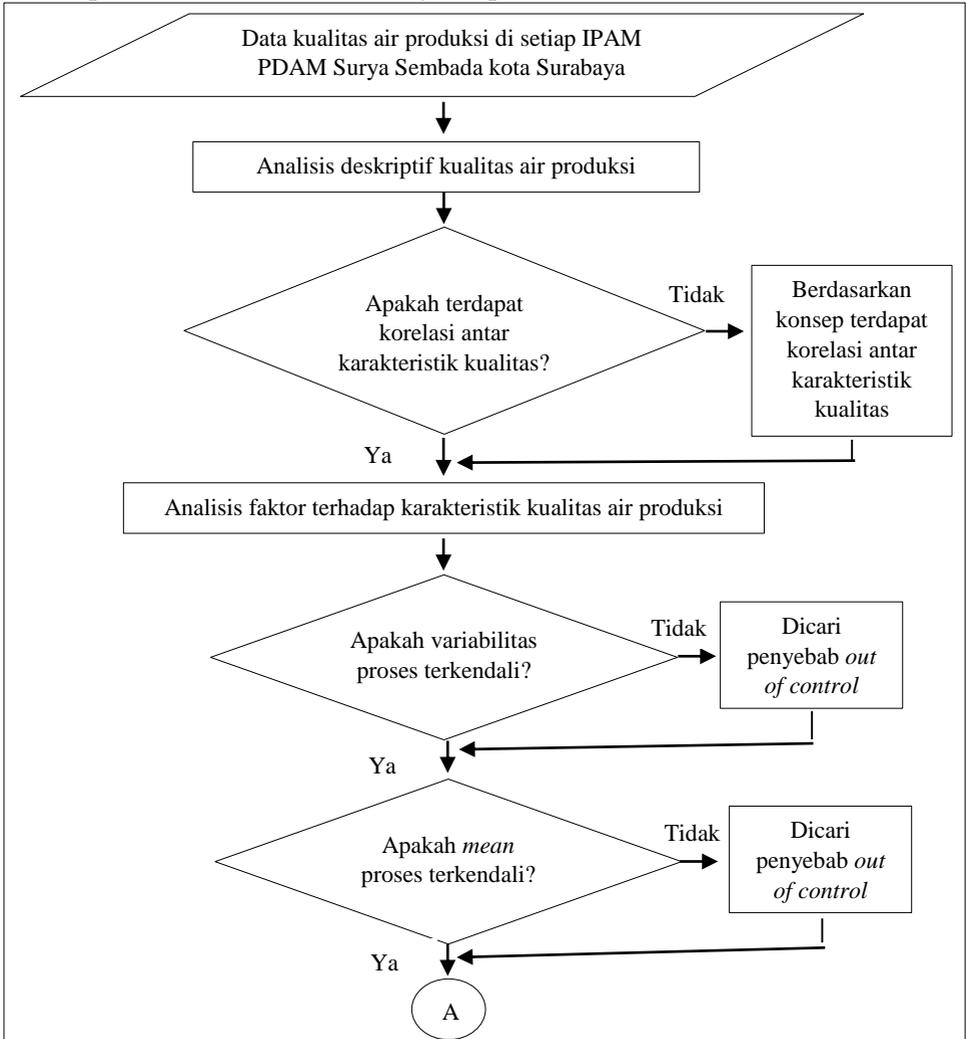
Berikut ini adalah langkah analisis yang digunakan dalam melakukan penelitian.

1. Mendeskripsikan karakteristik kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya dengan menggunakan metode statistika deskriptif.
2. Melakukan pengujian korelasi antar karakteristik kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya dengan menggunakan uji *Bartlett*. Apabila tidak terdapat korelasi antar karakteristik kualitas maka berdasarkan konsep dan pendapat para ahli dinyatakan bahwa terdapat korelasi antar karakteristik kualitas air produksi.
3. Melakukan analisis faktor terhadap karakteristik kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya.

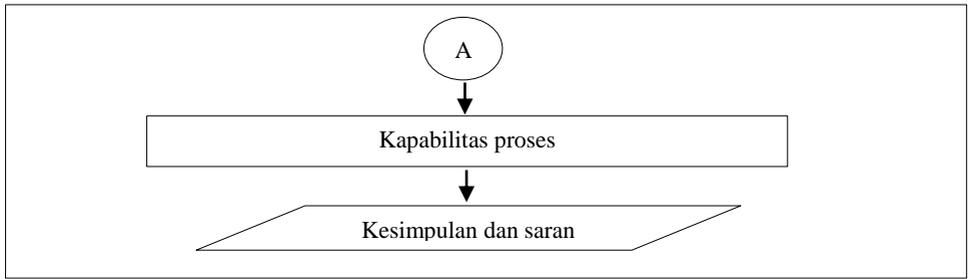
4. Membuat peta kendali MEWMV, dengan langkah-langkah sebagai berikut.
  - a. Membuat matrik  $\mathbf{C}$  dengan diagonal utamanya adalah nilai pembobot  $\omega$  dan matrik  $\mathbf{M}$  yang berupa segitiga bawah dengan elemennya adalah nilai pembobot  $\lambda$ .
  - b. Menghitung nilai  $\mathbf{Q}$ .
  - c. Menghitung nilai  $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$
  - d. Menghitung nilai  $E(\text{tr}(\mathbf{V}_t))$
  - e. Menghitung BKA dan BKB untuk peta kendali MEWMV
  - f. Membuat plot  $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$  dengan BKA dan BKB berdasarkan setiap  $\lambda$ ,  $\omega$  dan  $L$
  - g. Mencari titik pengamatan maksimum dari  $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$
  - h. Melakukan pemilihan nilai  $\lambda$ ,  $\omega$  dan  $L$  yang optimum berdasarkan selisih  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  dan selisih batas kendali yang terkecil
  - i. Apabila terdeteksi adanya variabilitas proses yang tidak terkendali, maka dilakukan pencarian variabel penyebab kemungkinan terjadinya proses yang tidak terkendali
5. Membuat peta kendali MEWMA, dengan langkah-langkah sebagai berikut.
  - a. Menghitung vektor  $\mathbf{Z}_i$
  - b. Menghitung matriks varian kovarian berdasarkan  $\mathbf{Z}_i$
  - c. Menghitung nilai  $\mathbf{T}_i^2$  pada setiap pengamatan
  - d. Membuat plot  $\mathbf{T}_i^2$  dengan BKA=H dan BKB=0 berdasarkan setiap  $\lambda$
  - e. Mencari titik maksimum dari setiap  $\mathbf{T}_i^2$
  - f. Melakukan pemilihan nilai  $\lambda$  yang optimum berdasarkan selisih terkecil dari  $|\max(\mathbf{T}_i^2) - \text{BKA}|$  dan jumlah titik pengamatan *out of control*
  - g. Apabila terdeteksi adanya *mean* proses yang tidak terkendali, maka dilakukan pencarian variabel penyebab kemungkinan terjadinya proses yang tidak terkendali
6. Menghitung indeks kapabilitas proses.

7. Membuat kesimpulan dan saran dari hasil analisis yang telah dilakukan.

Berdasarkan langkah-langkah analisis di atas, diagram alir dari penelitian secara umum disajikan pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.1** *Lanjutan*

## BAB IV

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Deskripsi Kualitas Air Produksi di Setiap IPAM

Pada laporan ini menggunakan hasil pengujian kualitas air produksi di setiap IPAM pada Triwulan II (Bulan April sampai dengan Juni) tahun 2016 dalam periode harian yang ditinjau berdasarkan parameter kekeruhan, sisa chlor, pH dan zat organik, dengan jumlah data sebanyak 63 pengamatan untuk setiap IPAM. PDAM Surya Sembada Kota Surabaya memiliki enam IPAM yang terdiri dari IPAM Karangpilang I (KP I), Karangpilang II (KP II), Karangpilang III (KP III), Ngagel I (NG I), Ngagel II (NG II), dan Ngagel III (NG III).

Berikut adalah analisis deskriptif yang terdiri dari rata-rata, keragaman, nilai minimum dan maksimum hasil pengujian kualitas air produksi di IPAM KP I pada Triwulan II berdasarkan keempat parameter.

**Tabel 4.1** Deskripsi Kualitas Air Produksi Pada IPAM Karangpilang I

IPAM		Parameter			
		Kekeruhan (NTU)	Sisa Chlor (mg/l)	pH	Zat Organik (mg/l)
KP I	<b>Rata-rata</b>	0,83	0,75	7,00	5,21
	<b>Ragam</b>	0,03	0,04	0,02	3,48
	<b>Minimum</b>	0,48	0,42	6,60	1,44
	<b>Maksimum</b>	1,50	1,23	7,23	8,93

Tabel 4.1 menjelaskan bahwa rata-rata parameter kekeruhan pada kualitas air produksi di IPAM KP I adalah 0,83 NTU dengan keragaman sebesar 0,03, nilai minimum sebesar 0,48 NTU dan nilai maksimum sebesar 1,5 NTU, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter kekeruhan telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar kekeruhan. Sedangkan untuk rata-rata parameter sisa chlor adalah 0,75 mg/l dengan keragaman sebesar 0,04, nilai minimum sebesar 0,42 mg/l

dan nilai maksimum sebesar 1,23 mg/lit, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter sisa chlor tidak memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 736 Tahun 2010 untuk kadar sisa chlor, karena melebihi batas kadar maksimum yang diperbolehkan untuk parameter sisa chlor. Untuk rata-rata parameter pH adalah 7 dengan keragaman sebesar 0,02, nilai minimum sebesar 6,6 dan nilai maksimum sebesar 7,23, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter pH telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar pH. Dan untuk rata-rata parameter zat organik adalah 5,21 mg/lit dengan keragaman sebesar 3,48, nilai minimum sebesar 1,44 mg/lit dan nilai maksimum sebesar 8,93 mg/lit, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter zat organik telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar zat organik.

Berikut adalah analisis deskriptif yang terdiri dari rata-rata, keragaman, nilai minimum dan maksimum hasil pengujian kualitas air produksi di IPAM KP II pada Triwulan II berdasarkan keempat parameter.

**Tabel 4.2** Deskripsi Kualitas Air Produksi Pada IPAM Karangpilang II

Instalasi		Parameter			
		Kekeruhan (NTU)	Sisa Chlor (mg/lit)	pH	Zat Organik (mg/lit)
KP II	Rata-rata	0,70	0,67	7,06	5,47
	Ragam	0,07	0,02	0,02	3,70
	Minimum	0,28	0,35	6,61	0,95
	Maksimum	1,51	0,90	7,28	10,05

Tabel 4.2 menjelaskan bahwa rata-rata parameter kekeruhan pada kualitas air produksi di IPAM KP II adalah 0,7 NTU dengan keragaman sebesar 0,07, nilai minimum sebesar 0,28 NTU dan nilai maksimum sebesar 1,51 NTU, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter kekeruhan telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar kekeruhan. Sedangkan untuk rata-rata parameter sisa chlor adalah 0,67 mg/lit dengan keragaman sebesar 0,02, nilai minimum sebesar 0,35 mg/lit

dan nilai maksimum sebesar 0,9 mg/lit, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter sisa chlor telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 736 Tahun 2010 untuk kadar sisa chlor. Untuk rata-rata parameter pH adalah 7,06 dengan keragaman sebesar 0,02, nilai minimum sebesar 6,61 dan nilai maksimum sebesar 7,28, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter pH telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar pH. Dan untuk rata-rata parameter zat organik adalah 5,47 mg/lit dengan keragaman sebesar 3,7, nilai minimum sebesar 0,95 mg/lit dan nilai maksimum sebesar 10,05 mg/lit, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter zat organik tidak memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar zat organik, karena melebihi batas kadar maksimum yang diperbolehkan untuk parameter zat organik.

Berikut adalah analisis deskriptif yang terdiri dari rata-rata, keragaman, nilai minimum dan maksimum hasil pengujian kualitas air produksi di IPAM KP III pada Triwulan II berdasarkan keempat parameter.

**Tabel 4.3** Deskripsi Kualitas Air Produksi Pada IPAM Karangpilang III

IPAM		Parameter			
		Kekeruhan (NTU)	Sisa Chlor (mg/lit)	pH	Zat Organik (mg/lit)
KP III	<b>Rata-rata</b>	0,68	0,80	7,20	5,61
	<b>Ragam</b>	0,07	0,01	0,03	7,98
	<b>Minimum</b>	0,34	0,59	6,52	1,26
	<b>Maksimum</b>	1,40	1	7,52	20,10

Tabel 4.3 menjelaskan bahwa rata-rata parameter kekeruhan pada kualitas air produksi di IPAM KP III adalah 0,68 NTU dengan keragaman sebesar 0,07, nilai minimum sebesar 0,34 NTU dan nilai maksimum sebesar 1,4 NTU, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter kekeruhan telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar kekeruhan. Sedangkan untuk rata-rata parameter sisa chlor adalah 0,8 mg/lit dengan keragaman sebesar 0,01, nilai minimum sebesar 0,59 mg/lit

dan nilai maksimum sebesar 1 mg/l, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter sisa chlor telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 736 Tahun 2010 untuk kadar sisa chlor. Untuk rata-rata parameter pH adalah 7,2 dengan keragaman sebesar 0,03, nilai minimum sebesar 6,52 dan nilai maksimum sebesar 7,52, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter pH telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar pH. Dan untuk rata-rata parameter zat organik adalah 5,61 mg/l dengan keragaman sebesar 7,98, nilai minimum sebesar 1,26 mg/l dan nilai maksimum sebesar 20,1 mg/l, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter zat organik tidak memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar zat organik, karena melebihi batas kadar maksimum yang diperbolehkan untuk parameter zat organik.

Berikut adalah analisis deskriptif yang terdiri dari rata-rata, keragaman, nilai minimum dan maksimum hasil pengujian kualitas air produksi di IPAM NG I pada Triwulan II berdasarkan keempat parameter.

**Tabel 4.4** Deskripsi Kualitas Air Produksi Pada IPAM Ngagel I

IPAM		Parameter			
		Kekeruhan (NTU)	Sisa Chlor (mg/l)	pH	Zat Organik (mg/l)
NG I	<b>Rata-rata</b>	1,38	0,93	7,31	6,05
	<b>Ragam</b>	0,26	0,09	0,01	2,22
	<b>Minimum</b>	0,57	0,10	7,11	3,16
	<b>Maksimum</b>	3,14	1,47	7,47	9,65

Tabel 4.4 menjelaskan bahwa rata-rata parameter kekeruhan pada kualitas air produksi di IPAM NG I adalah 1,38 NTU dengan keragaman sebesar 0,26, nilai minimum sebesar 0,57 NTU dan nilai maksimum sebesar 3,14 NTU, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter kekeruhan telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar kekeruhan. Sedangkan untuk rata-rata parameter sisa chlor adalah 0,93 mg/l dengan keragaman sebesar 0,09, nilai minimum sebesar 0,1 mg/l

dan nilai maksimum sebesar 1,47 mg/lit, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter sisa chlor tidak memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 736 Tahun 2010 untuk kadar sisa chlor, karena berada diluar batas kadar yang diperbolehkan untuk parameter sisa chlor. Untuk rata-rata parameter pH adalah 7,31 dengan keragaman sebesar 0,01, nilai minimum sebesar 7,11 dan nilai maksimum sebesar 7,47, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter pH telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar pH. Dan untuk rata-rata parameter zat organik adalah 6,05 mg/lit dengan keragaman sebesar 2,22, nilai minimum sebesar 3,16 mg/lit dan nilai maksimum sebesar 9,65 mg/lit, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter zat organik telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar zat organik.

Berikut adalah analisis deskriptif yang terdiri dari rata-rata, keragaman, nilai minimum dan maksimum hasil pengujian kualitas air produksi di IPAM NG II pada Triwulan II berdasarkan keempat parameter.

**Tabel 4.5** Deskripsi Kualitas Air Produksi Pada IPAM Ngagel II

IPAM		Parameter			
		Kekeruhan (NTU)	Sisa Chlor (mg/lit)	pH	Zat Organik (mg/lit)
NG II	<b>Rata-rata</b>	0,77	0,93	7,21	6,21
	<b>Ragam</b>	0,02	0,06	0,01	1,82
	<b>Minimum</b>	0,48	0,14	7,02	3,60
	<b>Maksimum</b>	1,26	1,47	7,30	9,79

Tabel 4.5 menjelaskan bahwa rata-rata parameter kekeruhan pada kualitas air produksi di IPAM NG II adalah 0,77 NTU dengan keragaman sebesar 0,02, nilai minimum sebesar 0,48 NTU dan nilai maksimum sebesar 1,26 NTU, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter kekeruhan telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar kekeruhan. Sedangkan untuk rata-rata parameter sisa chlor adalah 0,93 mg/lit dengan keragaman sebesar 0,06, nilai minimum sebesar 0,14 mg/lit

dan nilai maksimum sebesar 1,47 mg/lit, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter sisa chlor tidak memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 736 Tahun 2010 untuk kadar sisa chlor, karena berada diluar batas kadar yang diperbolehkan untuk parameter sisa chlor. Untuk rata-rata parameter pH adalah 7,21 dengan keragaman sebesar 0,01, nilai minimum sebesar 7,02 dan nilai maksimum sebesar 7,3, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter pH telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar pH. Dan untuk rata-rata parameter zat organik adalah 6,21 mg/lit dengan keragaman sebesar 1,82, nilai minimum sebesar 3,6 mg/lit dan nilai maksimum sebesar 9,79 mg/lit, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter zat organik telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar zat organik.

Berikut adalah analisis deskriptif yang terdiri dari rata-rata, keragaman, nilai minimum dan maksimum hasil pengujian kualitas air produksi di IPAM NG III pada Triwulan II berdasarkan keempat parameter.

**Tabel 4.6** Deskripsi Kualitas Air Produksi Pada IPAM Ngagel III

IPAM		Parameter			
		Kekeruhan (NTU)	Sisa Chlor (mg/lit)	pH	Zat Organik (mg/lit)
NG III	<b>Rata-rata</b>	0,72	0,86	7,22	5,49
	<b>Ragam</b>	0,03	0,03	0,01	1,88
	<b>Minimum</b>	0,42	0,44	7,00	2,70
	<b>Maksimum</b>	1,10	1,32	7,32	9,79

Tabel 4.6 menjelaskan bahwa rata-rata parameter kekeruhan pada kualitas air produksi di IPAM NG III adalah 0,72 NTU dengan keragaman sebesar 0,03, nilai minimum sebesar 0,42 NTU dan nilai maksimum sebesar 1,1 NTU, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter kekeruhan telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar kekeruhan. Sedangkan untuk rata-rata parameter sisa chlor adalah 0,86 mg/lit dengan keragaman sebesar 0,03, nilai minimum sebesar 0,44 mg/lit

dan nilai maksimum sebesar 1,32 mg/lit, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter sisa chlor tidak memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 736 Tahun 2010 untuk kadar sisa chlor, karena melebihi batas kadar maksimum yang diperbolehkan untuk parameter sisa chlor. Untuk rata-rata parameter pH adalah 7,22 dengan keragaman sebesar 0,01, nilai minimum sebesar 7 dan nilai maksimum sebesar 7,32, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter pH telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar pH. Dan untuk rata-rata parameter zat organik adalah 5,49 mg/lit dengan keragaman sebesar 1,88, nilai minimum sebesar 2,7 mg/lit dan nilai maksimum sebesar 9,79 mg/lit, sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk parameter zat organik telah memenuhi syarat dari Permenkes RI Nomor 492 Tahun 2010 untuk kadar zat organik.

#### 4.2 Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di Setiap IPAM

Sebelum dilakukan analisis faktor terhadap data kualitas air produksi di setiap IPAM maka dilakukan *standardize* untuk menyamakan satuan dari keempat karakteristik kualitas yang berbeda. Berikut adalah analisis faktor kualitas air produksi di IPAM KP I pada Triwulan II.

**Tabel 4.7** Uji KMO dan *Bartlett* Kualitas Air Produksi di IPAM KP I

	<b>KMO</b>	0,47
	<i>Chi-square</i>	31,29
<b>Uji Bartlett Sphericity</b>	df	6
	<i>P-value</i>	0,00

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa nilai KMO dari kualitas air produksi di IPAM KP I adalah 0,47 yang kurang dari 0,50 sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi parsial dari semua karakteristik kualitas tidak cukup untuk difaktorkan dan pada uji *Barlett* diperoleh nilai  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 31,29 dan  $p-value = 0,00$ . Karena nilai  $\chi^2_{hitung}$  lebih besar dari  $\chi^2_{tabel}$  dengan  $df = 6$  adalah 12,592 maka tolak  $H_0$ . Selain itu jika dibandingkan dengan  $p-value = 0,00$

$< \alpha (0,05)$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan atau korelasi dari keempat karakteristik kualitas. Berikut adalah matriks *anti image correlation* untuk kualitas air produksi di IPAM KP I.

**Tabel 4.8** Matriks *Anti-Image Correlation* Kualitas Air Produksi di IPAM KP I

		<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>X<sub>3</sub></b>	<b>X<sub>4</sub></b>
<b>Anti-image correlation</b>	<b>X<sub>1</sub></b>	0,37 <sup>a</sup>	0,15	-0,44	-0,31
	<b>X<sub>2</sub></b>	0,15	0,57 <sup>a</sup>	-0,33	0,20
	<b>X<sub>3</sub></b>	-0,44	-0,33	0,44 <sup>a</sup>	0,24
	<b>X<sub>4</sub></b>	-0,31	0,20	0,24	0,52 <sup>a</sup>

a. *Measures of Sampling Adequacy* (MSA)

Tabel 4.8 menunjukkan bahwa pada matriks *anti image correlation* terdapat diagonal yang memiliki nilai MSA  $< 0,50$  yaitu karakteristik kualitas X<sub>1</sub> (kekeruhan) dan X<sub>3</sub> (pH). Sehingga karakteristik kualitas X<sub>1</sub> tidak diikuti dalam analisis karena memiliki nilai MSA yang paling terkecil dibandingkan dengan karakteristik kualitas X<sub>3</sub>, kemudian dilakukan analisis kembali dan didapatkan hasil dari uji KMO dan *Bartlett* kualitas air produksi di IPAM KP I adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.9** Uji KMO dan *Bartlett* Kualitas Air Produksi di IPAM KP I (Setelah Penghapusan)

	<b>KMO</b>	0,61
<b>Uji Bartlett Sphericity</b>	<i>Chi-square</i>	15,10
	df	3
	<i>P-value</i>	0,00

Tabel 4.9 menunjukkan bahwa nilai KMO dari kualitas air produksi di IPAM KP I setelah penghapusan karakteristik kualitas kekeruhan adalah 0,61 yang lebih dari 0,50 sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi parsial dari karakteristik kualitas X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> dan X<sub>4</sub> cukup untuk difaktorkan dan pada uji *Barlett* diperoleh  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 15,10 dan  $p\text{-value} = 0,00$ . Karena nilai  $\chi^2_{hitung}$  lebih besar dari  $\chi^2_{tabel}$  dengan  $df = 3$  adalah 7,815 maka tolak H<sub>0</sub>. Selain itu jika dibandingkan dengan  $p\text{-value} = 0,00 < \alpha (0,05)$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan atau

korelasi dari ketiga karakteristik kualitas. Berikut adalah matriks *anti image correlation* untuk kualitas air produksi di IPAM KP I setelah penghapusan karakteristik kualitas kekeruhan.

**Tabel 4.10** Matriks *Anti-Image Correlation* Kualitas Air Produksi di IPAM KP I (Setelah Penghapusan)

		X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
<i>Anti-image correlation</i>	X <sub>2</sub>	0,58 <sup>a</sup>	-0,30	0,26
	X <sub>3</sub>	-0,30	0,62 <sup>a</sup>	0,13
	X <sub>4</sub>	0,26	0,13	0,64 <sup>a</sup>

a. *Measures of Sampling Adequacy* (MSA)

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa nilai untuk masing-masing MSA pada diagonal matriks *anti image correlation* > 0,50 sehingga karakteristik kualitas X<sub>2</sub> (sisa chlor), X<sub>3</sub> (pH), dan X<sub>4</sub> (zat organik) dapat dilakukan analisis lebih lanjut.

Pada laporan ini untuk mendapatkan banyaknya jumlah faktor (komponen utama) yang terbentuk dapat dihitung berdasarkan total dari *eigen value*. Berikut adalah banyaknya jumlah faktor (komponen utama) yang terbentuk berdasarkan total dari *eigen value* untuk kualitas air produksi di IPAM KP I.

**Tabel 4.11** Analisis PCA Kualitas Air Produksi di IPAM KP I

Komponen	<i>Initial Eigen Values</i>		
	Total	% Varians	% Kumulatif
1	1,60	53,16	53,16
2	0,78	25,95	79,11
3	0,63	20,89	100

Tabel 4.11 menunjukkan bahwa terdapat satu *eigen value* yang bernilai lebih dari 1, dengan satu komponen utama yang terbentuk dapat menjelaskan ketiga karakteristik kualitas sebesar 53,16%. Sehingga dalam analisis selanjutnya menggunakan satu komponen utama.

Setelah diketahui bahwa terbentuk satu komponen utama, maka untuk mengetahui faktor mana sajakah yang digunakan pada kualitas air produksi di IPAM KP I perlu dilakukan analisis faktor.

Berikut adalah analisis faktor untuk kualitas air produksi di IPAM KP I.

**Tabel 4.12** Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM KP I

Karakteristik Kualitas	Komponen
	1
$X_2$	0,78
$X_3$	0,71
$X_4$	-0,68

Tabel 4.12 menunjukkan hanya terdapat satu komponen (faktor) yang terbentuk, sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan karakteristik kualitas sisa chlor, pH, dan zat organik pada IPAM KP I.

Berikut adalah analisis faktor kualitas air produksi di IPAM KP II pada Triwulan II.

**Tabel 4.13** Uji KMO dan *Bartlett* Kualitas Air Produksi di IPAM KP II

	<b>KMO</b>	0,63
	<i>Chi-square</i>	20,82
<b>Uji <i>Bartlett Sphericity</i></b>	df	6
	<i>P-value</i>	0,00

Tabel 4.13 menunjukkan bahwa nilai KMO dari kualitas air produksi di IPAM KP II adalah 0,63 yang lebih dari 0,50 sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi parsial dari semua karakteristik kualitas cukup untuk difaktorkan dan pada uji *Barlett* diperoleh  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 20,82 dan  $p\text{-value} = 0,00$ . Karena nilai  $\chi^2_{hitung}$  lebih besar dari  $\chi^2_{tabel}$  dengan  $df = 6$  adalah 12,592 maka tolak  $H_0$ . Selain itu jika dibandingkan dengan  $p\text{-value} = 0,00 < \alpha (0,05)$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan atau korelasi dari keempat karakteristik kualitas. Berikut adalah matriks *anti image correlation* untuk kualitas air produksi di IPAM KP II.

**Tabel 4.14** Matriks *Anti-Image Correlation* Kualitas Air Produksi di IPAM KP II

		<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>X<sub>3</sub></b>	<b>X<sub>4</sub></b>
	<b>X<sub>1</sub></b>	0,61 <sup>a</sup>	-0,03	0,05	-0,17
<b>Anti-image correlation</b>	<b>X<sub>2</sub></b>	-0,03	0,63 <sup>a</sup>	-0,17	0,33
	<b>X<sub>3</sub></b>	0,05	-0,17	0,69 <sup>a</sup>	0,24
	<b>X<sub>4</sub></b>	-0,17	0,33	0,24	0,61 <sup>a</sup>

a. *Measures of Sampling Adequacy* (MSA)

Tabel 4.14 menunjukkan bahwa pada matriks *anti image correlation* tidak terdapat diagonal yang memiliki nilai MSA < 0,50, sehingga semua karakteristik kualitas dapat diikuti dalam analisis selanjutnya. Selanjutnya untuk mengetahui proporsi keragaman masing – masing variabel maka dapat dilihat pada nilai *communalities*. Berikut adalah *communalities* untuk kualitas air produksi di IPAM KP II.

**Tabel 4.15** *Communalities* Kualitas Air Produksi di IPAM KP II

<b>Karakteristik Kualitas</b>	<b>Ekstraksi</b>
<b>X<sub>1</sub></b>	0,13
<b>X<sub>2</sub></b>	0,50
<b>X<sub>3</sub></b>	0,47
<b>X<sub>4</sub></b>	0,62

Tabel 4.15 menunjukkan bahwa proporsi keragaman tertinggi dijelaskan oleh karakteristik kualitas X<sub>4</sub> (zat organik) sebesar 62%, kemudian pada tiga karakteristik kualitas lainnya memiliki proporsi keragaman < 0,50. Sehingga salah satu karakteristik kualitas tersebut harus dihilangkan dari analisis. Kemudian dipilih karakteristik kualitas X<sub>1</sub> (kekeruhan) untuk dihilangkan dari analisis karena memiliki nilai proporsi keragaman terkecil dibandingkan karakteristik kualitas X<sub>2</sub> (sisa chlor) dan X<sub>3</sub> (pH). Selanjutnya dilakukan analisis kembali dan didapatkan hasil dari uji KMO dan *Bartlett* untuk kualitas air produksi di IPAM KP II adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.16** Uji KMO dan *Bartlett* Kualitas Air Produksi di IPAM KP II (Setelah Penghapusan)

	<b>KMO</b>	0,63
	<i>Chi-square</i>	18,41
<b>Uji <i>Bartlett Sphericity</i></b>	df	3
	<i>P-value</i>	0,00

Tabel 4.16 menunjukkan bahwa nilai KMO dari kualitas air produksi di IPAM KP II setelah penghapusan karakteristik kualitas kekeruhan adalah 0,63 yang lebih dari 0,50 sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi parsial dari karakteristik kualitas  $X_2$ ,  $X_3$  dan  $X_4$  cukup untuk difaktorkan dan pada uji *Bartlett* diperoleh  $\chi^2_{\text{hitung}}$  sebesar 18,41 dan  $p\text{-value} = 0,00$ . Karena nilai  $\chi^2_{\text{hitung}}$  lebih besar dari  $\chi^2_{\text{tabel}}$  dengan  $df = 3$  adalah 7,815 maka tolak  $H_0$ . Selain itu jika dibandingkan dengan  $p\text{-value} = 0,00 < \alpha (0,05)$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan atau korelasi dari ketiga karakteristik kualitas. Berikut adalah matriks *anti image correlation* untuk kualitas air produksi di IPAM KP II setelah penghapusan karakteristik kualitas kekeruhan.

**Tabel 4.17** Matriks *Anti-Image Correlation* Kualitas Air Produksi di IPAM KP II (Setelah Penghapusan)

		$X_2$	$X_3$	$X_4$
<b><i>Anti-image correlation</i></b>	$X_2$	0,63 <sup>a</sup>	-0,17	0,32
	$X_3$	-0,17	0,67 <sup>a</sup>	0,26
	$X_4$	0,32	0,26	0,60 <sup>a</sup>

a. *Measures of Sampling Adequacy (MSA)*

Tabel 4.17 menunjukkan bahwa nilai untuk masing-masing MSA pada diagonal matriks *anti image correlation*  $> 0,50$  sehingga karakteristik kualitas  $X_2$  (sisa chlor),  $X_3$  (pH), dan  $X_4$  (zat organik) dapat dilakukan analisis lebih lanjut.

Berikut adalah banyaknya jumlah faktor (komponen utama) yang terbentuk berdasarkan total dari *eigen value* untuk kualitas air produksi di IPAM KP II.

**Tabel 4.18** Analisis PCA Kualitas Air Produksi di IPAM KP II

Komponen	Initial Eigen Values		
	Total	% Varians	% Kumulatif
1	1,66	55,43	55,43
2	0,73	24,42	79,85
3	0,60	20,15	100

Tabel 4.18 menunjukkan bahwa terdapat satu *eigen value* yang bernilai lebih dari 1, dengan satu komponen utama yang terbentuk dapat menjelaskan ketiga karakteristik kualitas sebesar 55,43%. Sehingga dalam analisis faktor selanjutnya menggunakan satu komponen utama. Untuk mengetahui faktor mana sajakah yang digunakan pada kualitas air produksi di IPAM KP II perlu dilakukan analisis faktor. Berikut adalah analisis faktor untuk kualitas air produksi di IPAM KP II.

**Tabel 4.19** Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM KP II

Karakteristik Kualitas	Komponen
	1
X <sub>2</sub>	0,75
X <sub>3</sub>	0,70
X <sub>4</sub>	-0,79

Tabel 4.19 menunjukkan hanya terdapat satu komponen (faktor) yang terbentuk, sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan karakteristik kualitas sisa chlor, pH, dan zat organik pada IPAM KP II.

Berikut adalah analisis faktor kualitas air produksi di IPAM KP III pada Triwulan II.

**Tabel 4.20** Uji KMO dan *Bartlett* Kualitas Air Produksi di IPAM KP III

	KMO	0,56
	<i>Chi-square</i>	11,64
Uji <i>Bartlett Sphericity</i>	df	6
	P-value	0,07

Tabel 4.20 menunjukkan bahwa nilai KMO dari kualitas air produksi di IPAM KP III adalah 0,56 yang lebih dari 0,50 sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi parsial dari semua karakteristik kualitas cukup untuk difaktorkan dan pada uji *Barlett* diperoleh  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 11,64 dan  $p\text{-value} = 0,07$ . Karena nilai  $\chi^2_{hitung}$  lebih kecil dari  $\chi^2_{tabel}$  dengan  $df = 6$  adalah 12,592 maka gagal tolak  $H_0$ . Selain itu jika dibandingkan dengan  $p\text{-value} = 0,07 > \alpha$  (0,05) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan atau korelasi dari keempat karakteristik kualitas. Namun, secara konsep antar karakteristik kualitas tersebut memiliki hubungan atau dependen. Berikut adalah matriks *anti image correlation* untuk kualitas air produksi di IPAM KP III.

**Tabel 4.21** Matriks *Anti-Image Correlation* Kualitas Air Produksi di IPAM KP III

		<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>X<sub>3</sub></b>	<b>X<sub>4</sub></b>
<i>Anti-image correlation</i>	<b>X<sub>1</sub></b>	0,58 <sup>a</sup>	0,02	0,29	-0,10
	<b>X<sub>2</sub></b>	0,02	0,42 <sup>a</sup>	-0,10	-0,11
	<b>X<sub>3</sub></b>	0,29	-0,10	0,55 <sup>a</sup>	0,20
	<b>X<sub>4</sub></b>	-0,10	-0,11	0,20	0,59 <sup>a</sup>

a. *Measures of Sampling Adequacy* (MSA)

Tabel 4.21 menunjukkan bahwa pada matriks *anti image correlation* terdapat diagonal yang memiliki nilai MSA < 0,50 yaitu karakteristik kualitas X<sub>2</sub> (sisa chlor). Sehingga karakteristik kualitas X<sub>2</sub> tidak diikutkan dalam analisis selanjutnya, kemudian dilakukan analisis kembali dan didapatkan hasil dari uji KMO dan *Bartlett* kualitas air produksi di IPAM KP III adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.22** Uji KMO dan *Bartlett* Kualitas Air Produksi di IPAM KP III (Setelah Penghapusan)

	<b>KMO</b>	0,58
<b>Uji Bartlett Sphericity</b>	<i>Chi-square</i>	10,53
	df	3
	<i>P-value</i>	0,02

Tabel 4.22 menunjukkan bahwa nilai KMO dari kualitas air produksi di IPAM KP III setelah penghapusan karakteristik kualitas sisa chlor adalah 0,58 yang lebih dari 0,50 sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi parsial dari karakteristik kualitas  $X_1$ ,  $X_3$  dan  $X_4$  cukup untuk difaktorkan dan pada uji *Barlett* diperoleh  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 10,53 dan  $p\text{-value} = 0,02$ . Karena nilai  $\chi^2_{hitung}$  lebih besar dari  $\chi^2_{tabel}$  dengan  $df = 3$  adalah 7,815 maka tolak  $H_0$ . Selain itu jika dibandingkan dengan  $p\text{-value} = 0,02 < \alpha (0,05)$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan atau korelasi dari ketiga karakteristik kualitas. Berikut adalah matriks *anti image correlation* untuk kualitas air produksi di IPAM KP III setelah penghapusan karakteristik kualitas sisa chlor.

**Tabel 4.23** Matriks *Anti-Image Correlation* Kualitas Air Produksi di IPAM KP III (Setelah Penghapusan)

		$X_1$	$X_3$	$X_4$
<i>Anti-image correlation</i>	$X_1$	0,58 <sup>a</sup>	0,29	-0,10
	$X_3$	0,29	0,56 <sup>a</sup>	0,20
	$X_4$	-0,10	0,20	0,64 <sup>a</sup>

a. *Measures of Sampling Adequacy (MSA)*

Tabel 4.23 menunjukkan bahwa nilai untuk masing-masing MSA pada diagonal matriks *anti image correlation*  $> 0,50$  sehingga karakteristik kualitas  $X_1$  (kekeruhan),  $X_3$  (pH), dan  $X_4$  (zat organik) dapat dilakukan analisis lebih lanjut.

Berikut adalah banyaknya jumlah faktor (komponen utama) yang terbentuk berdasarkan total dari *eigen value* untuk kualitas air produksi di IPAM KP III.

**Tabel 4.24** Analisis PCA Kualitas Air Produksi di IPAM KP III

Komponen	<i>Initial Eigen Values</i>		
	Total	% Varians	% Kumulatif
1	1,48	49,59	49,59
2	0,84	28,08	77,67
3	0,67	22,33	100

Tabel 4.24 menunjukkan bahwa terdapat satu *eigen value* yang bernilai lebih dari 1, dengan satu komponen utama yang terbentuk dapat menjelaskan ketiga karakteristik kualitas sebesar 49,59%. Sehingga dalam analisis selanjutnya menggunakan satu komponen utama. Untuk mengetahui faktor mana sajakah yang digunakan pada kualitas air produksi di IPAM KP III perlu dilakukan analisis faktor. Berikut adalah analisis faktor untuk kualitas air produksi di IPAM KP III.

**Tabel 4.25** Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM KP III

Karakteristik Kualitas	Komponen
	1
$X_1$	0,72
$X_3$	-0,77
$X_4$	0,62

Tabel 4.25 menunjukkan hanya terdapat satu komponen (faktor) yang terbentuk, sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan karakteristik kualitas kekeruhan, pH, dan zat organik pada IPAM KP III.

Berikut adalah analisis faktor kualitas air produksi di IPAM NG I pada Triwulan II.

**Tabel 4.26** Uji KMO dan *Bartlett* Kualitas Air Produksi di IPAM NG I

<b>KMO</b>	0,55
<b>Uji Bartlett Sphericity</b>	<i>Chi-square</i> 7,26
	df 6
	P-value 0,30

Tabel 4.26 menunjukkan bahwa nilai KMO dari kualitas air produksi di IPAM NG I adalah 0,55 yang lebih dari 0,50 sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi parsial dari semua karakteristik kualitas cukup untuk di faktorkan dan pada uji *Barlett* diperoleh  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 7,26 dan p-value = 0,30. Karena nilai  $\chi^2_{hitung}$  lebih kecil dari  $\chi^2_{tabel}$  dengan df = 6 adalah 12,592 maka gagal tolak  $H_0$ .

Selain itu jika dibandingkan dengan  $p\text{-value} = 0,30 > \alpha (0,05)$  sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan atau korelasi dari keempat karakteristik kualitas. Namun, menurut konsep terdapat hubungan antar karakteristik kualitas tersebut. Berikut adalah matriks *anti image correlation* untuk kualitas air produksi di IPAM NG I.

**Tabel 4.27** Matriks *Anti-Image Correlation* Kualitas Air Produksi di IPAM NG I

		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
<i>Anti-image correlation</i>	$X_1$	0,59 <sup>a</sup>	-0,03	0,13	0,03
	$X_2$	-0,03	0,54 <sup>a</sup>	0,20	0,22
	$X_3$	0,13	0,20	0,55 <sup>a</sup>	-0,01
	$X_4$	0,03	0,22	-0,01	0,54 <sup>a</sup>

a. *Measures of Sampling Adequacy (MSA)*

Tabel 4.27 menunjukkan bahwa nilai untuk masing-masing MSA pada diagonal matriks *anti image correlation*  $> 0,50$  sehingga keempat karakteristik kualitas dapat dilakukan analisis lebih lanjut. Berikut adalah *communalities* untuk kualitas air produksi di IPAM NG I.

**Tabel 4.28** *Communalities* Kualitas Air Produksi di IPAM NG I

Karakteristik Kualitas	Ekstraksi
$X_1$	0,66
$X_2$	0,60
$X_3$	0,52
$X_4$	0,63

Tabel 4.28 menunjukkan bahwa proporsi keragaman tertinggi dijelaskan oleh karakteristik kualitas  $X_1$  (kekeruhan) sebesar 66% dan pada keempat karakteristik kualitas memiliki proporsi keragaman  $> 0,50$ . Sehingga keempat karakteristik kualitas tersebut dapat dilakukan analisis selanjutnya.

Berikut adalah banyaknya jumlah faktor (komponen utama) yang terbentuk berdasarkan total dari *eigen value* untuk kualitas air produksi di IPAM NG I.

**Tabel 4.29** Analisis PCA Kualitas Air Produksi di IPAM NG I

Komponen	<i>Initial Eigen Values</i>		
	Total	% Varians	% Kumulatif
1	1,39	34,87	34,87
2	1,01	25,34	60,21
3	0,88	21,96	82,17
4	0,71	17,83	100

Tabel 4.29 menunjukkan bahwa terdapat dua *eigen value* yang bernilai lebih dari 1, dengan dua komponen utama yang terbentuk dapat menjelaskan keempat karakteristik kualitas sebesar 60,21%. Sehingga dalam analisis selanjutnya menggunakan dua komponen utama. Untuk mengetahui faktor mana sajakah yang digunakan pada kualitas air produksi di IPAM NG I perlu dilakukan analisis faktor. Berikut adalah analisis faktor untuk kualitas air produksi di IPAM NG I.

**Tabel 4.30** Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM NG I

Karakteristik Kualitas	Komponen	
	1	2
X <sub>1</sub>	0,11	0,80
X <sub>2</sub>	-0,74	0,23
X <sub>3</sub>	0,26	-0,67
X <sub>4</sub>	0,79	0,09

Tabel 4.30 menunjukkan terdapat dua komponen (faktor) yang terbentuk, pada komponen 1 terdiri dari karakteristik kualitas sisa chlor (X<sub>2</sub>) dan zat organik (X<sub>4</sub>) merupakan parameter kimia air sedangkan pada komponen 2 terdiri dari karakteristik kualitas kekeruhan (X<sub>1</sub>) dan pH (X<sub>3</sub>) yang merupakan parameter fisik dan kimia air. Sehingga untuk analisis selanjutnya dari kualitas air produksi di IPAM NG I adalah menggunakan faktor pada komponen 1, yang terdiri dari karakteristik kualitas sisa chlor dan zat organik.

Berikut adalah analisis faktor kualitas air produksi di IPAM NG II pada Triwulan II.

**Tabel 4.31** Uji KMO dan *Bartlett* Kualitas Air Produksi di IPAM NG II

	<b>KMO</b>	0,51
	<i>Chi-square</i>	11,60
<b>Uji Bartlett Sphericity</b>	df	6
	P-value	0,07

Tabel 4.31 menunjukkan bahwa nilai KMO dari kualitas air produksi di IPAM NG II adalah 0,51 yang lebih dari 0,50 sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi parsial dari semua karakteristik kualitas cukup untuk di faktorkan dan pada uji *Barlett* diperoleh  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 11,60 dan  $p\text{-value} = 0,07$ . Karena nilai  $\chi^2_{hitung}$  lebih kecil dari  $\chi^2_{tabel}$  dengan  $df = 6$  adalah 12,592 maka gagal tolak  $H_0$ . Selain itu jika dibandingkan dengan  $p\text{-value} = 0,07 > \alpha$  (0,05) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan atau korelasi dari keempat karakteristik kualitas. Namun, secara konsep terdapat hubungan atau korelasi antar karakteristik kualitas tersebut. Berikut adalah matriks *anti image correlation* untuk kualitas air produksi di IPAM NG II.

**Tabel 4.32** Matriks *Anti-Image Correlation* Kualitas Air Produksi di IPAM NG II

		<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>X<sub>3</sub></b>	<b>X<sub>4</sub></b>
<b>Anti-image correlation</b>	<b>X<sub>1</sub></b>	0,51 <sup>a</sup>	-0,32	-0,04	0,13
	<b>X<sub>2</sub></b>	-0,32	0,51 <sup>a</sup>	0,24	-0,01
	<b>X<sub>3</sub></b>	-0,04	0,24	0,51 <sup>a</sup>	-0,04
	<b>X<sub>4</sub></b>	0,13	-0,01	-0,04	0,54 <sup>a</sup>

a. *Measures of Sampling Adequacy* (MSA)

Tabel 4.32 menunjukkan bahwa nilai untuk masing-masing MSA pada diagonal matriks *anti image correlation*  $> 0,50$  sehingga keempat karakteristik kualitas dapat dilakukan analisis lebih lanjut. Berikut adalah *communalities* untuk kualitas air produksi di IPAM NG II.

**Tabel 4.33** *Communalities* Kualitas Air Produksi di IPAM NG II

Karakteristik Kualitas	Ekstraksi
X <sub>1</sub>	0,58
X <sub>2</sub>	0,66
X <sub>3</sub>	0,57
X <sub>4</sub>	0,66

Tabel 4.33 menunjukkan bahwa pada keempat karakteristik kualitas memiliki proporsi keragaman  $> 0,50$ . Sehingga keempat karakteristik kualitas tersebut dapat dilakukan analisis selanjutnya.

Berikut adalah banyaknya jumlah faktor (komponen utama) yang terbentuk berdasarkan total dari *eigen value* untuk kualitas air produksi di IPAM NG II.

**Tabel 4.34** Analisis PCA Kualitas Air Produksi di IPAM NG II

Komponen	<i>Initial Eigen Values</i>		
	Total	% Varians	% Kumulatif
1	1,46	36,60	36,60
2	1,01	25,30	61,90
3	0,92	22,98	84,88
4	0,61	15,12	100

Tabel 4.34 menunjukkan bahwa terdapat dua *eigen value* yang bernilai lebih dari 1, dengan dua komponen utama yang terbentuk dapat menjelaskan keempat karakteristik kualitas sebesar 61,90%. Sehingga dalam analisis selanjutnya menggunakan dua komponen utama. Untuk mengetahui faktor mana sajakah yang digunakan pada kualitas air produksi di IPAM NG II perlu dilakukan analisis faktor. Berikut adalah analisis faktor untuk kualitas air produksi di IPAM NG II.

**Tabel 4.35** Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM NG II

Karakteristik Kualitas	Komponen	
	1	2
<b>X<sub>1</sub></b>	0,39	0,65
<b>X<sub>2</sub></b>	0,77	0,27
<b>X<sub>3</sub></b>	-0,74	0,17
<b>X<sub>4</sub></b>	0,16	-0,80

Tabel 4.35 menunjukkan terdapat dua komponen (faktor) yang terbentuk, pada komponen 1 terdiri dari karakteristik kualitas sisa chlor ( $X_2$ ) dan pH ( $X_3$ ) merupakan parameter kimia air sedangkan pada komponen 2 terdiri dari karakteristik kualitas kekeruhan ( $X_1$ ) dan zat organik ( $X_4$ ) yang merupakan parameter fisik dan kimia air. Sehingga untuk analisis selanjutnya dari kualitas air produksi di IPAM NG II adalah menggunakan faktor pada komponen 1, yang terdiri dari karakteristik kualitas sisa chlor dan pH.

Berikut adalah analisis faktor kualitas air produksi di IPAM NG III pada Triwulan II.

**Tabel 4.36** Uji KMO dan *Bartlett* Kualitas Air Produksi di IPAM NG III

<b>KMO</b>	0,64
<i>Chi-square</i>	18,95
<b>Uji Bartlett Sphericity</b>	df
	6
	P-value
	0,00

Tabel 4.36 menunjukkan bahwa nilai KMO dari kualitas air produksi di IPAM NG III adalah 0,64 yang lebih dari 0,50 sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi parsial dari semua karakteristik kualitas cukup untuk difaktorkan dan pada uji *Bartlett* diperoleh  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 18,95 dan  $p\text{-value} = 0,00$ . Karena nilai  $\chi^2_{hitung}$  lebih besar dari  $\chi^2_{tabel}$  dengan  $df = 6$  adalah 12,592 maka tolak  $H_0$ . Selain itu jika dibandingkan dengan  $p\text{-value} = 0,00 < \alpha$  (0,05) sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan atau

korelasi dari keempat karakteristik kualitas. Berikut adalah matriks *anti image correlation* untuk kualitas air produksi di IPAM NG III.

**Tabel 4.37** Matriks *Anti-Image Correlation* Kualitas Air Produksi di IPAM NG III

		<b>X<sub>1</sub></b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>X<sub>3</sub></b>	<b>X<sub>4</sub></b>
<b><i>Anti-image correlation</i></b>	<b>X<sub>1</sub></b>	0,65 <sup>a</sup>	0,16	-0,07	-0,27
	<b>X<sub>2</sub></b>	0,16	0,70 <sup>a</sup>	0,02	0,16
	<b>X<sub>3</sub></b>	-0,07	0,02	0,64 <sup>a</sup>	-0,27
	<b>X<sub>4</sub></b>	-0,27	0,16	-0,27	0,61 <sup>a</sup>

a. *Measures of Sampling Adequacy (MSA)*

Tabel 4.37 menunjukkan bahwa pada matriks *anti image correlation* tidak terdapat diagonal yang memiliki nilai MSA < 0,50, sehingga semua karakteristik kualitas dapat diikutkan dalam analisis selanjutnya. Selanjutnya untuk mengetahui proporsi keragaman masing – masing variabel maka dapat dilihat pada nilai *communalities*. Berikut adalah *communalities* untuk kualitas air produksi di IPAM NG III.

**Tabel 4.38** *Communalities* Kualitas Air Produksi di IPAM NG III

<b>Karakteristik Kualitas</b>	<b>Ekstraksi</b>
<b>X<sub>1</sub></b>	0,47
<b>X<sub>2</sub></b>	0,31
<b>X<sub>3</sub></b>	0,35
<b>X<sub>4</sub></b>	0,59

Tabel 4.38 menunjukkan bahwa proporsi keragaman tertinggi dijelaskan oleh karakteristik kualitas X<sub>4</sub> (zat organik) sebesar 59%, kemudian pada tiga karakteristik kualitas lainnya memiliki proporsi keragaman < 0,50. Sehingga salah satu karakteristik kualitas tersebut harus dihilangkan dari analisis. Kemudian dipilih karakteristik kualitas X<sub>2</sub> (sisa chlor) untuk dihilangkan dari analisis karena memiliki nilai proporsi keragaman terkecil dibandingkan karakteristik kualitas X<sub>1</sub> (kekeruhan) dan X<sub>3</sub> (pH). Selanjutnya dilakukan analisis kembali

dan didapatkan hasil dari uji KMO dan *Bartlett* untuk kualitas air produksi di IPAM NG III adalah sebagai berikut.

**Tabel 4.39** Uji KMO dan *Bartlett* Kualitas Air Produksi di IPAM NG III (Setelah Penghapusan)

<b>KMO</b>	0,58
<i>Chi-square</i>	14,13
<b>Uji Bartlett Sphericity</b>	df
	3
	P-value
	0,00

Tabel 4.39 menunjukkan bahwa nilai KMO dari kualitas air produksi di IPAM NG III setelah penghapusan karakteristik kualitas sisa chlor adalah 0,58 yang lebih dari 0,50 sehingga dapat disimpulkan bahwa korelasi parsial dari karakteristik kualitas  $X_1$ ,  $X_3$  dan  $X_4$  cukup untuk difaktorkan dan pada uji *Barlett* diperoleh  $\chi^2_{hitung}$  sebesar 14,13 dan  $p-value = 0,00$ . Karena nilai  $\chi^2_{hitung}$  lebih besar dari  $\chi^2_{tabel}$  dengan  $df = 3$  adalah 7,815 maka tolak  $H_0$ . Selain itu jika dibandingkan dengan  $p-value = 0,00 < \alpha (0,05)$  sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan atau korelasi dari ketiga karakteristik kualitas. Berikut adalah matriks *anti image correlation* untuk kualitas air produksi di IPAM NG III setelah penghapusan karakteristik kualitas sisa chlor.

**Tabel 4.40** Matriks *Anti-Image Correlation* Kualitas Air Produksi di IPAM NG III (Setelah Penghapusan)

		$X_1$	$X_3$	$X_4$
<i>Anti-image correlation</i>	$X_1$	0,60 <sup>a</sup>	-0,07	-0,31
	$X_3$	-0,07	0,61 <sup>a</sup>	-0,28
	$X_4$	-0,31	-0,28	0,56 <sup>a</sup>

a. *Measures of Sampling Adequacy (MSA)*

Tabel 4.40 menunjukkan bahwa nilai untuk masing-masing MSA pada diagonal matriks *anti image correlation*  $> 0,50$  sehingga karakteristik kualitas  $X_1$  (kekeruhan),  $X_3$  (pH), dan  $X_4$  (zat organik) dapat dilakukan analisis lebih lanjut.

Berikut adalah banyaknya jumlah faktor (komponen utama) yang terbentuk berdasarkan total dari *eigen value* untuk kualitas air produksi di IPAM NG III.

**Tabel 4.41** Analisis PCA Kualitas Air Produksi di IPAM NG III

Komponen	<i>Initial Eigen Values</i>		
	Total	% Varians	% Kumulatif
1	1,56	51,98	51,98
2	0,83	27,64	79,61
3	0,61	20,39	100

Tabel 4.41 menunjukkan bahwa terdapat satu *eigen value* yang bernilai lebih dari 1, dengan satu komponen utama yang terbentuk dapat menjelaskan ketiga karakteristik kualitas sebesar 51,98%. Sehingga dalam analisis faktor selanjutnya menggunakan satu komponen utama. Untuk mengetahui faktor mana sajakah yang digunakan pada kualitas air produksi di IPAM NG III perlu dilakukan analisis faktor. Berikut adalah analisis faktor untuk kualitas air produksi di IPAM NG III.

**Tabel 4.42** Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM NG III

Karakteristik Kualitas	Komponen
	1
X <sub>1</sub>	0,69
X <sub>3</sub>	0,67
X <sub>4</sub>	0,80

Tabel 4.42 menunjukkan hanya terdapat satu komponen (faktor) yang terbentuk, sehingga untuk analisis selanjutnya digunakan karakteristik kualitas kekeruhan, pH, dan zat organik pada IPAM NG III.

### 4.3 Stabilitas Proses Kualitas Air Produksi di Setiap IPAM

Setelah dilakukan analisis faktor untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh dominan terhadap kualitas air produksi di setiap IPAM, maka dilakukan analisis selanjutnya yaitu stabilitas proses kualitas air produksi di setiap IPAM. Grafik yang akan

digunakan untuk melihat stabilitas proses dari kualitas air produksi di setiap IPAM pada Triwulan II (Bulan April sampai dengan Juni) tahun 2016 adalah peta kendali MEWMV untuk pengendalian variabilitas proses dan peta kendali MEWMA untuk pengendalian *mean* proses.

Untuk peta kendali MEWMV, menggunakan nilai pembobot  $\omega$  dan  $\lambda$  masing-masing kurang dari sama dengan 0,4 karena menurut Huwang (2007) nilai pembobot tersebut dapat memberikan kinerja yang lebih baik dalam pengendalian variabilitas prosesnya. Sedangkan untuk pemilihan pembobot yang optimum pada peta kendali MEWMV dapat ditinjau berdasarkan selisih yang paling minimum dari  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$ , dimana selisih tersebut merupakan pembobot terbaik untuk mendeteksi adanya pengamatan *out of control* dengan menunjukkan *error* yang paling kecil. Selain itu, pemilihan pembobot optimum dapat ditinjau berdasarkan selisih dari batas kendali atas dan batas kendali bawah, dimana semakin sempit jarak antar batas kendali, maka kemungkinan suatu proses yang seharusnya tidak terkendali namun teridentifikasi sebagai proses yang terkendali semakin kecil. Berikut adalah perhitungan nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM KP I.

**Tabel 4.43** Perhitungan Nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP I

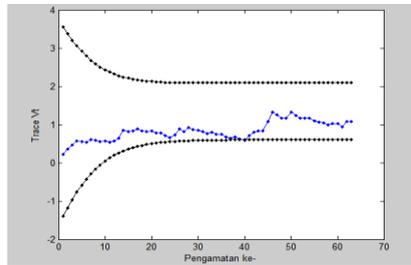
$\omega$	$\lambda$	L	Max $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$	BKA	Selisih	BKB	BKA-BKB
0,1	0,1	2,7900	3,3004	3,9054	0,605	1,2097	2,6957
0,1	0,2	2,7939	2,5055	3,2729	0,7674	0,9930	2,2799
0,1	0,3	2,7949	1,8517	2,6666	0,8149	0,7913	1,8753
<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>2,7988</b>	<b>1,3293</b>	<b>2,0941</b>	<b>0,7648</b>	<b>0,6051</b>	<b>1,4890</b>
0,2	0,1	3,3105	3,9765	4,8756	0,8991	0,2402	4,6354
0,2	0,2	3,3086	3,3275	4,0856	0,7581	0,1811	3,9045
0,2	0,3	3,3164	2,5498	3,3359	0,7861	0,1229	3,213

**Tabel 4.43** (Lanjutan)

$\omega$	$\lambda$	L	Max $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$	BKA	Selisih	BKB	BKA-BKB
0,2	0,4	3,3213	1,815	2,6240	0,809	0,0760	2,548
0,3	0,1	3,6484	4,6544	5,7717	1,1173	-0,6559	6,4276
0,3	0,2	3,6523	4,1014	4,8395	0,7381	-0,5728	5,4123
0,3	0,3	3,6602	3,1529	3,952	0,7991	-0,4932	4,4452
0,3	0,4	3,6699	2,2252	3,1118	0,8866	-0,4118	3,5236
0,4	0,1	3,8984	5,2269	6,6407	1,4138	-1,5249	8,1656
0,4	0,2	3,9063	4,7631	5,5684	0,8053	-1,3018	6,8702
0,4	0,3	3,9121	3,6540	4,5438	0,8898	-1,0850	5,6288
0,4	0,4	3,9219	2,5541	3,5767	1,0226	-0,8767	4,4534

Tabel 4.43 menunjukkan bahwa selisih antara titik maksimum dari  $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$  dengan batas kendali atas (BKA) dipengaruhi oleh pembobot yang digunakan. Nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  yang terkecil adalah 0,6050 dengan menggunakan nilai pembobot  $\omega$  sebesar 0,1 dan  $\lambda$  sebesar 0,1 dengan batas kendali atas sebesar 3,9054 dan batas kendali bawah sebesar 1,2097. Namun, selisih batas kendali atas dengan batas kendali bawah yang terkecil adalah 1,4890 dengan menggunakan nilai pembobot  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  dengan batas kendali atas sebesar 2,0941 dan batas kendali bawah sebesar 0,6051, serta nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  sebesar 0,7648.

Sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui stabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM KP I dengan menggunakan peta kendali MEWMV adalah digunakan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  dikarenakan nilai pembobot tersebut adalah pembobot optimal dan paling sensitif untuk mendeteksi adanya pengamatan *out of control* dengan lebih cepat. Berikut adalah peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM KP I dengan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ .



**Gambar 4.1** Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP I ( $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ )

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM KP I dengan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  adalah belum terkendali secara statistik karena terdapat satu titik pengamatan yang berada di luar batas kendali yaitu pada pengamatan ke-40. Karena terdapat satu pengamatan *out of control* sehingga perlu diidentifikasi variabel penyebabnya berdasarkan jumlah titik pengamatan *out of control* terbanyak pada peta kendali univariat masing-masing karakteristik kualitas dan peta kendali multivariat untuk kombinasi dua karakteristik kualitas. Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik kualitas penyebab pengamatan *out of control* yang merujuk pada Lampiran D1 dapat disimpulkan bahwa karakteristik kualitas sisa chlor merupakan karakteristik kualitas yang menyebabkan pengamatan *out of control*.

Berikut adalah perhitungan nilai  $\left| \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} \right|$  peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM KP II.

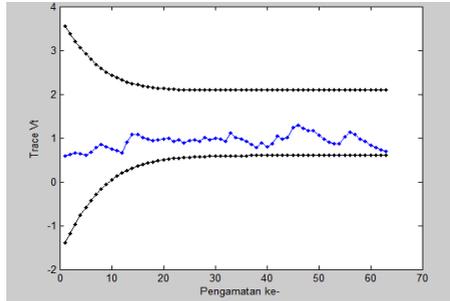
**Tabel 4.44** Perhitungan Nilai  $\left| \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} \right|$  Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP II

$\omega$	$\lambda$	L	Max $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$	BKA	Selisih	BKB	BKA-BKB
0,1	0,1	2,7900	3,0764	3,9054	0,829	1,2097	2,6957
0,1	0,2	2,7939	2,3442	3,2729	0,9287	0,9930	2,2799
0,1	0,3	2,7949	1,7645	2,6666	0,9021	0,7913	1,8753
<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>2,7988</b>	<b>1,2843</b>	<b>2,0941</b>	<b>0,8098</b>	<b>0,6051</b>	<b>1,4890</b>

**Tabel 4.44** (Lanjutan)

$\omega$	$\lambda$	L	Max tr(Vt)	BKA	Selisih	BKB	BKA-BKB
0,2	0,1	3,3105	3,5874	4,8756	1,2882	0,2402	4,6354
0,2	0,2	3,3086	2,9191	4,0856	1,1665	0,1811	3,9045
0,2	0,3	3,3164	2,1955	3,3359	1,1404	0,1229	3,213
0,2	0,4	3,3213	1,5684	2,6240	1,0556	0,0760	2,548
0,3	0,1	3,6484	3,9589	5,7717	1,8128	-0,6559	6,4276
0,3	0,2	3,6523	2,5251	4,8395	2,3144	-0,5728	5,4123
0,3	0,3	3,6602	2,5251	3,952	1,4269	-0,4932	4,4452
0,3	0,4	3,6699	1,8016	3,1118	1,3102	-0,4118	3,5236
0,4	0,1	3,8984	4,5668	6,6407	2,0739	-1,5249	8,1656
0,4	0,2	3,9063	3,7189	5,5684	1,8495	-1,3018	6,8702
0,4	0,3	3,9121	2,7614	4,5438	1,7824	-1,0850	5,6288
0,4	0,4	3,9219	2,0395	3,5767	1,5372	-0,8767	4,4534

Tabel 4.44 menunjukkan bahwa nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  yang terkecil adalah 0,8098 dengan menggunakan nilai pembobot  $\omega$  sebesar 0,1 dan  $\lambda$  sebesar 0,4 dengan batas kendali atas sebesar 2,0941 dan batas kendali bawah sebesar 0,6051, dimana selisih antara batas kendali atas dengan batas kendali bawah terkecil dibandingkan dengan nilai pembobot yang lain dengan selisihnya sebesar 1,4890. Sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui stabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM KP II dengan menggunakan peta kendali MEWMV adalah digunakan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  dikarenakan nilai pembobot tersebut adalah pembobot optimal dan paling sensitif untuk mendeteksi adanya pengamatan *out of control* dengan lebih cepat. Berikut adalah peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM KP II dengan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ .



**Gambar 4.2** Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP II ( $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ )

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM KP II dengan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  adalah sudah terkendali secara statistik karena tidak terdapat titik pengamatan yang berada di luar batas kendali (*in control*). Berikut adalah perhitungan nilai  $\left| \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} \right|$  peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM KP III.

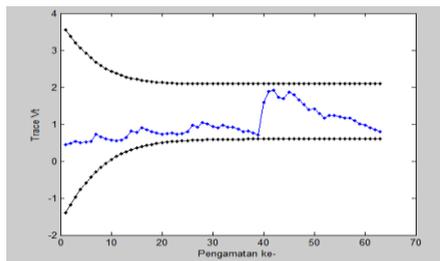
**Tabel 4.45** Perhitungan Nilai  $\left| \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} \right|$  Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP III

$\omega$	$\lambda$	L	Max tr(Vt)	BKA	Selisih	BKB	BKA-BKB
0,1	0,1	2,7900	4,4202	3,9054	0,5148	1,2097	2,6957
0,1	0,2	2,7939	3,3387	3,2729	0,0658	0,9930	2,2799
0,1	0,3	2,7949	2,5681	2,6666	0,0985	0,7913	1,8753
<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>2,7988</b>	<b>1,9236</b>	<b>2,0941</b>	<b>0,1705</b>	<b>0,6051</b>	<b>1,4890</b>
0,2	0,1	3,3105	6,2171	4,8756	1,3415	0,2402	4,6354
0,2	0,2	3,3086	4,6743	4,0856	0,5887	0,1811	3,9045
0,2	0,3	3,3164	3,6312	3,3359	0,2953	0,1229	3,213
0,2	0,4	3,3213	2,8120	2,6240	0,188	0,0760	2,548
0,3	0,1	3,6484	7,4439	5,7717	1,6722	-0,6559	6,4276
0,3	0,2	3,6523	5,7472	4,8395	0,9077	-0,5728	5,4123
0,3	0,3	3,6602	4,6352	3,952	0,6832	-0,4932	4,4452

**Tabel 4.45** (Lanjutan)

$\omega$	$\lambda$	L	Max tr(Vt)	BKA	Selisih	BKB	BKA-BKB
0,3	0,4	3,6699	3,6186	3,1118	0,5068	-0,4118	3,5236
0,4	0,1	3,8984	9,2636	6,6407	2,6229	-1,5249	8,1656
0,4	0,2	3,9063	6,9991	5,5684	1,4307	-1,3018	6,8702
0,4	0,3	3,9121	5,4530	4,5438	0,9092	-1,0850	5,6288
0,4	0,4	3,9219	4,2870	3,5767	0,7103	-0,8767	4,4534

Tabel 4.45 menunjukkan bahwa nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  yang terkecil adalah 0,0658 dengan menggunakan nilai pembobot  $\omega$  sebesar 0,1 dan  $\lambda$  sebesar 0,2 dengan batas kendali atas sebesar 3,2729 dan batas kendali bawah sebesar 0,9930. Namun, selisih batas kendali atas dengan batas kendali bawah yang terkecil adalah 1,4890 dengan menggunakan nilai pembobot  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  dengan batas kendali atas sebesar 2,0941 dan batas kendali bawah sebesar 0,6051, serta nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  sebesar 0,1705. Sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui stabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM KP III dengan menggunakan peta kendali MEWMV adalah digunakan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  dikarenakan nilai pembobot tersebut adalah pembobot optimal dan paling sensitif untuk mendeteksi adanya pengamatan *out of control* dengan lebih cepat. Berikut adalah peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM KP III dengan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ .



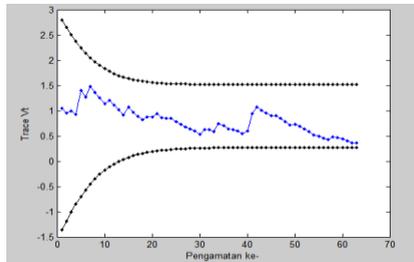
**Gambar 4.3** Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP III ( $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ )

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM KP III dengan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  adalah sudah terkendali secara statistik karena tidak terdapat titik pengamatan yang berada di luar batas kendali (*in control*). Pada pengamatan ke-40 dan 41 terjadi peningkatan nilai  $\text{tr}(\mathbf{V}_i)$  dikarenakan pada pengamatan ke-40 untuk hasil pengujian karakteristik kualitas zat organik melebihi dari batas spesifikasinya. Berikut adalah perhitungan nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_i)) - \text{BKA}|$  peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM NG I.

**Tabel 4.46** Perhitungan Nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_i)) - \text{BKA}|$  Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG I

$\omega$	$\lambda$	L	Max $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$	BKA	Selisih	BKB	BKA-BKB
0,1	0,1	2,8725	3,0562	2,8381	0,2181	0,5720	2,2661
0,1	0,2	2,8738	2,4584	2,3793	0,0791	0,4646	1,9147
0,1	0,3	2,8800	1,9532	1,9416	0,0116	0,3638	1,5778
<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>2,8838</b>	<b>1,4813</b>	<b>1,5261</b>	<b>0,0448</b>	<b>0,2734</b>	<b>1,2527</b>
0,2	0,1	3,4725	3,7189	3,6903	0,0286	-0,2798	3,9701
0,2	0,2	3,4775	2,9815	3,0976	0,1161	-0,2532	3,3508
0,2	0,3	3,4850	2,3816	2,5314	0,1498	-0,2255	2,7569
0,2	0,4	3,4975	1,8425	1,9954	0,1529	-0,1954	2,1908
0,3	0,1	3,8675	4,3393	4,4869	0,1476	-1,0764	5,5633
0,3	0,2	3,8725	3,5592	3,765	0,2058	-0,9206	4,6856
0,3	0,3	3,8800	2,8836	3,0767	0,1931	-0,7708	3,8475
0,3	0,4	3,8850	2,2424	2,4228	0,1804	-0,6228	3,0456
0,4	0,1	4,1625	4,9165	5,2647	0,3482	-1,8542	7,1189
0,4	0,2	4,1675	4,1379	4,4145	0,2766	-1,5701	5,9846
0,4	0,3	4,1788	3,4230	3,6075	0,1845	-1,3016	4,9091
0,4	0,4	4,1875	2,7023	2,8412	0,1389	-1,0412	3,8824

Tabel 4.46 menunjukkan bahwa nilai  $\left| \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} \right|$  yang terkecil adalah 0,0116 dengan menggunakan nilai pembobot  $\omega$  sebesar 0,1 dan  $\lambda$  sebesar 0,3 dengan batas kendali atas sebesar 1,5261 dan batas kendali bawah sebesar 0,3638. Namun, selisih batas kendali atas dengan batas kendali bawah yang terkecil adalah 1,2527 dengan menggunakan nilai pembobot  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  dengan batas kendali atas sebesar 1,5261 dan batas kendali bawah sebesar 0,2734, serta nilai  $\left| \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} \right|$  sebesar 0,0448. Sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui stabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM NG I dengan menggunakan peta kendali MEWMV adalah digunakan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  dikarenakan nilai pembobot tersebut adalah pembobot optimal dan paling sensitif untuk mendeteksi adanya pengamatan *out of control* dengan lebih cepat. Berikut adalah peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM NG I dengan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ .



**Gambar 4.4** Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG I ( $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ )

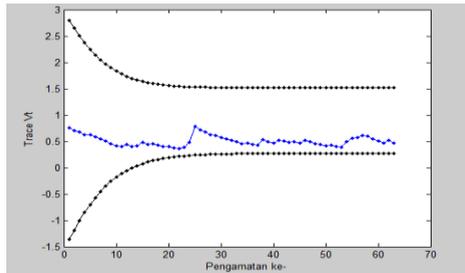
Gambar 4.4 menunjukkan bahwa peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM NG I dengan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  adalah sudah terkendali secara statistik karena tidak terdapat titik pengamatan yang berada di luar batas kendali (*in control*). Berikut adalah perhitungan nilai  $\left| \max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA} \right|$  peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM NG II.

**Tabel 4.47** Perhitungan Nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  Peta Kendali MEWMV  
untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG II

$\omega$	$\lambda$	L	Max $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$	BKA	Selisih	BKB	BKA-BKB
0,1	0,1	2,8725	1,7372	2,8381	1,1009	0,5720	2,2661
0,1	0,2	2,8738	1,3563	2,3793	1,0230	0,4646	1,9147
0,1	0,3	2,8800	1,0384	1,9416	0,9032	0,3638	1,5778
<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>2,8838</b>	<b>0,7882</b>	<b>1,5261</b>	<b>0,7379</b>	<b>0,2734</b>	<b>1,2527</b>
0,2	0,1	3,4725	2,1774	3,6903	1,5129	-0,2798	3,9701
0,2	0,2	3,4775	1,7599	3,0976	1,3377	-0,2532	3,3508
0,2	0,3	3,4850	1,4504	2,5314	1,0810	-0,2255	2,7569
0,2	0,4	3,4975	1,1560	1,9954	0,8394	-0,1954	2,1908
0,3	0,1	3,8675	2,7248	4,4869	1,7621	-1,0764	5,5633
0,3	0,2	3,8725	2,2665	3,765	1,4985	-0,9206	4,6856
0,3	0,3	3,8800	1,8987	3,0767	1,1780	-0,7708	3,8475
0,3	0,4	3,8850	1,5311	2,4228	0,8917	-0,6228	3,0456
0,4	0,1	4,1625	3,1703	5,2647	2,0944	-1,8542	7,1189
0,4	0,2	4,1675	2,7196	4,4145	1,6949	-1,5701	5,9846
0,4	0,3	4,1788	2,3159	3,6075	1,2916	-1,3016	4,9091
0,4	0,4	4,1875	1,8885	2,8412	0,9527	-1,0412	3,8824

Tabel 4.47 menunjukkan bahwa nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  yang terkecil adalah 0,7379 dengan menggunakan nilai pembobot  $\omega$  sebesar 0,1 dan  $\lambda$  sebesar 0,4 dengan batas kendali atas sebesar 1,5261 dan batas kendali bawah sebesar 0,2734, dimana selisih antara batas kendali atas dengan batas kendali bawah terkecil dibandingkan dengan nilai pembobot yang lain dengan selisihnya sebesar 1,2527. Sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui stabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM NG II dengan menggunakan peta kendali MEWMV adalah digunakan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  dikarenakan nilai pembobot tersebut adalah pembobot optimal dan paling sensitif untuk mendeteksi adanya pengamatan

*out of control* dengan lebih cepat. Berikut adalah peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM NG II dengan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ .



**Gambar 4.5** Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG II ( $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ )

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM NG II dengan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  adalah sudah terkendali secara statistik karena tidak terdapat titik pengamatan yang berada di luar batas kendali (*in control*). Pada pengamatan ke-25 terjadi peningkatan nilai  $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$  dikarenakan untuk hasil pengujian karakteristik kualitas sisa chlor pada tanggal 9 Mei 2016 melebihi batas spesifikasi kadar sisa chlor. Berikut adalah perhitungan nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM NG III.

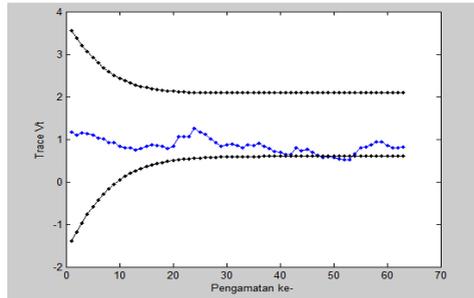
**Tabel 4.48** Perhitungan Nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  Peta Kendali MEWMV untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG III

$\omega$	$\lambda$	L	Max $\text{tr}(\mathbf{V}_t)$	BKA	Selisih	BKB	BKA-BKB
0,1	0,1	2,7900	2,7324	3,9054	1,1730	1,2097	2,6957
0,1	0,2	2,7939	2,1125	3,2729	1,1604	0,9930	2,2799
0,1	0,3	2,7949	1,6011	2,6666	1,0655	0,7913	1,8753
<b>0,1</b>	<b>0,4</b>	<b>2,7988</b>	<b>1,2500</b>	<b>2,0941</b>	<b>0,8441</b>	<b>0,6051</b>	<b>1,4890</b>
0,2	0,1	3,3105	3,2745	4,8756	1,6011	0,2402	4,6354
0,2	0,2	3,3086	2,4108	4,0856	1,6748	0,1811	3,9045

Tabel 4.48 (Lanjutan)

$\omega$	$\lambda$	L	Max tr(Vt)	BKA	Selisih	BKB	BKA-BKB
0,2	0,3	3,3164	1,9664	3,3359	1,3695	0,1229	3,213
0,2	0,4	3,3213	1,5553	2,6240	1,0687	0,0760	2,548
0,3	0,1	3,6484	3,7620	5,7717	2,0097	-0,6559	6,4276
0,3	0,2	3,6523	2,7878	4,8395	2,0517	-0,5728	5,4123
0,3	0,3	3,6602	2,2557	3,9520	1,6963	-0,4932	4,4452
0,3	0,4	3,6699	1,7954	3,1118	1,3164	-0,4118	3,5236
0,4	0,1	3,8984	4,1916	6,6407	2,4491	-1,5249	8,1656
0,4	0,2	3,9063	3,3114	5,5684	2,2570	-1,3018	6,8702
0,4	0,3	3,9121	2,4768	4,5438	2,0670	-1,0850	5,6288
0,4	0,4	3,9219	1,9814	3,5767	1,5953	-0,8767	4,4534

Tabel 4.48 menunjukkan bahwa nilai  $|\max(\text{tr}(\mathbf{V}_t)) - \text{BKA}|$  yang terkecil adalah 0,8441 dengan menggunakan nilai pembobot  $\omega$  sebesar 0,1 dan  $\lambda$  sebesar 0,4 dengan batas kendali atas sebesar 2,0941 dan batas kendali bawah sebesar 0,6051, dimana selisih antara batas kendali atas dengan batas kendali bawah terkecil dibandingkan dengan nilai pembobot yang lain dengan selisihnya sebesar 1,4890. Sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui stabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM NG III dengan menggunakan peta kendali MEWMV adalah digunakan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  dikarenakan nilai pembobot tersebut adalah pembobot optimal dan paling sensitif untuk mendeteksi adanya pengamatan *out of control* dengan lebih cepat. Berikut adalah peta kendali MEWMV untuk kualitas air produksi di IPAM NG III dengan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ .



**Gambar 4.6** Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG III ( $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ )

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM NG III dengan  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$  adalah belum terkendali secara statistik karena terdapat enam titik pengamatan yang berada di luar batas kendali yaitu pada pengamatan ke-48, 49, 50, 51, 52, dan 53 yang apabila dilihat dari segi pengukuran (*measurements*) disebabkan karena terjadi penurunan hasil pengukuran untuk karakteristik kualitas pH. Karena terdapat enam pengamatan *out of control* sehingga perlu diidentifikasi variabel penyebabnya berdasarkan jumlah titik pengamatan *out of control* terbanyak pada peta kendali univariat masing-masing karakteristik kualitas dan peta kendali multivariat untuk kombinasi dua karakteristik kualitas. Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik kualitas penyebab pengamatan yang *out of control* yang merujuk pada Lampiran D2 dapat disimpulkan bahwa karakteristik kualitas pH merupakan karakteristik kualitas yang menyebabkan pengamatan *out of control*.

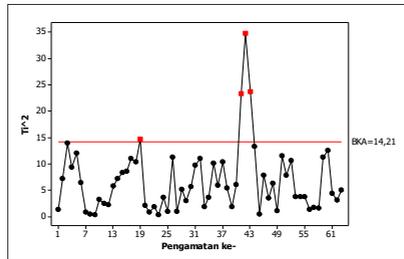
Pengendalian *mean* prosesnya menggunakan peta kendali MEWMA. Nilai pembobot  $\lambda$  yang digunakan sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu 0,05 sampai dengan 0,8 dengan bedanya sebesar 0,1. Pemilihan pembobot terbaik peta kendali MEWMA dengan mencari selisih dari titik pengamatan maksimum dengan batas kendali atas yang paling minimum. Berikut adalah perhitungan selisih titik pengamatan maksimum dan batas kendali

atas (BKA) peta kendali MEWMA kualitas air produksi di IPAM KP I.

**Tabel 4.49** Perhitungan Selisih Titik Maksimum dan BKA Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP I

$\lambda$	BKA	Titik max	Selisih	Jumlah Titik <i>Out of Control</i>
0,05	11,10	42,61	31,51	33
0,1	12,41	67,53	55,12	31
0,3	13,79	58,87	45,08	22
0,4	13,99	51,48	37,49	14
0,5	14,10	47,51	33,41	12
0,6	14,16	43,41	29,25	9
0,7	14,19	39,13	24,94	6
<b>0,8</b>	<b>14,21</b>	<b>34,76</b>	<b>20,55</b>	<b>4</b>

Tabel 4.49 menunjukkan bahwa selisih antara titik maksimum pengamatan dengan batas kendali atas (BKA) yang terkecil sebesar 20,55 dengan menggunakan nilai pembobot ( $\lambda$ ) sebesar 0,8 dan nilai batas kendali atas sebesar 14,21. Sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui stabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM KP I dengan menggunakan peta kendali MEWMA adalah digunakan nilai pembobot sebesar 0,8 dikarenakan nilai pembobot tersebut adalah pembobot optimal dan paling sensitif dalam pengendalian *mean* proses dengan lebar dari batas kendali yang lebih lebar sehingga titik pengamatan yang keluar dari batas kendali menjadi lebih sedikit. Berikut adalah peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM KP I.



**Gambar 4.7** Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP I ( $\lambda = 0,8$ )

Gambar 4.7 menunjukkan bahwa peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM KP I dengan  $\lambda = 0,8$  adalah tidak terkendali secara statistik karena terdapat empat titik pengamatan yang berada di luar batas kendali (*out of control*) yaitu pada pengamatan ke-19, 41, 42, dan 43. Karena terdapat empat pengamatan *out of control* sehingga perlu diidentifikasi variabel penyebabnya berdasarkan jumlah titik pengamatan *out of control* terbanyak pada peta kendali univariat masing-masing karakteristik kualitas dan peta kendali multivariat untuk kombinasi dua karakteristik kualitas. Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik kualitas penyebab pengamatan *out of control* yang merujuk pada Lampiran E1 dapat disimpulkan bahwa karakteristik kualitas pH, kombinasi antara sisa chlor dan pH serta kombinasi antara sisa chlor dan zat organik yang menyebabkan pengamatan *out of control*.

Berikut adalah perhitungan selisih titik pengamatan maksimum dan batas kendali atas (BKA) peta kendali MEWMA kualitas air produksi di IPAM KP II.

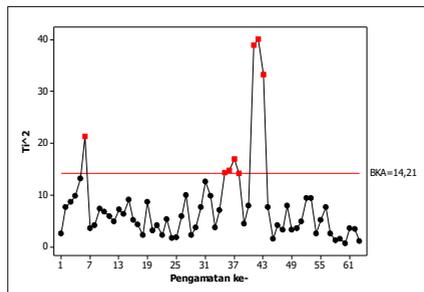
**Tabel 4.50** Perhitungan Selisih Titik Maksimum dan BKA Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP II

$\lambda$	BKA	Titik max	Selisih	Jumlah Titik <i>Out of Control</i>
0,05	11,10	67,91	56,81	39
0,1	12,40	107,7	95,3	37
0,2	13,40	106,2	92,8	32

**Tabel 4.50** (Lanjutan)

$\lambda$	BKA	Titik max	Selisih	Jumlah Titik <i>Out of Control</i>
0,3	13,79	88,67	74,88	24
0,4	13,99	73,53	59,54	18
0,5	14,1	60,89	46,79	15
0,6	14,16	51,9	37,74	11
0,7	14,19	45,87	31,68	9
<b>0,8</b>	<b>14,21</b>	<b>40,09</b>	<b>25,88</b>	<b>8</b>

Tabel 4.50 menunjukkan bahwa selisih antara titik maksimum pengamatan dengan batas kendali atas (BKA) yang terkecil sebesar 25,88 dengan menggunakan nilai pembobot ( $\lambda$ ) sebesar 0,8 dan nilai batas kendali atas sebesar 14,21. Sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui stabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM KP II dengan menggunakan peta kendali MEWMA adalah digunakan nilai pembobot sebesar 0,8. Berikut adalah peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM KP II.



**Gambar 4.8** Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP II ( $\lambda = 0,8$ )

Gambar 4.8 menunjukkan bahwa peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM KP II dengan  $\lambda = 0,8$  adalah tidak terkendali secara statistik karena terdapat delapan titik pengamatan yang berada di luar batas kendali (*out of control*) yaitu pada pengamatan ke-6, 35, 36, 37, 38, 41, 42 dan 43. Karena terdapat delapan pengamatan yang *out of control* sehingga perlu

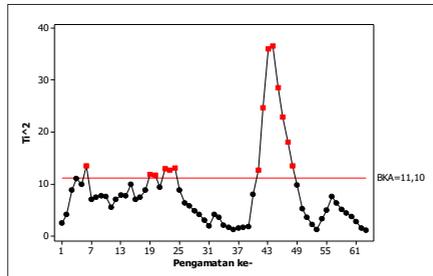
diidentifikasi variabel penyebabnya. Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik kualitas penyebab pengamatan *out of control* yang merujuk pada Lampiran E2 dapat disimpulkan bahwa kombinasi karakteristik kualitas sisa chlor dan pH merupakan karakteristik kualitas yang menyebabkan pengamatan *out of control*.

Berikut adalah perhitungan selisih titik pengamatan maksimum dan batas kendali atas (BKA) peta kendali MEWMA kualitas air produksi di IPAM KP III.

**Tabel 4.51** Perhitungan Selisih Titik Maksimum dan BKA Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP III

$\lambda$	BKA	Titik max	Selisih	Jumlah Titik <i>Out of Control</i>
<b>0,05</b>	<b>11,10</b>	<b>36,63</b>	<b>25,53</b>	<b>14</b>
0,1	12,41	61,07	48,66	9
0,2	13,39	73,61	60,22	12
0,3	13,79	70,27	56,48	13
0,4	13,99	63,05	49,06	11
0,5	14,10	55,79	41,69	9
0,6	14,16	52,50	38,34	8
0,7	14,19	48,47	34,28	6
0,8	14,21	43,91	29,70	5

Tabel 4.51 menunjukkan bahwa selisih antara titik maksimum pengamatan dengan batas kendali atas (BKA) yang terkecil sebesar 25,53 dengan menggunakan nilai pembobot ( $\lambda$ ) sebesar 0,05 dan nilai batas kendali atas sebesar 11,10. Sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui stabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM KP III dengan menggunakan peta kendali MEWMA adalah digunakan nilai pembobot sebesar 0,05. Berikut adalah peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM KP III.



**Gambar 4.9** Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP III ( $\lambda = 0,05$ )

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM KP III dengan  $\lambda = 0,05$  adalah tidak terkendali secara statistik karena terdapat empat belas titik pengamatan yang berada di luar batas kendali (*out of control*) yaitu pada pengamatan ke-6, 19, 20, 22, 23, 24, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, dan 48. Karena terdapat 14 pengamatan yang *out of control* sehingga perlu diidentifikasi variabel penyebabnya. Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik kualitas penyebab pengamatan *out of control* yang merujuk pada Lampiran E3 dapat disimpulkan bahwa kombinasi karakteristik kualitas pH dan zat organik merupakan karakteristik kualitas yang menyebabkan pengamatan *out of control*.

Berikut adalah perhitungan selisih titik pengamatan maksimum dan batas kendali atas (BKA) peta kendali MEWMA kualitas air produksi di IPAM NG I.

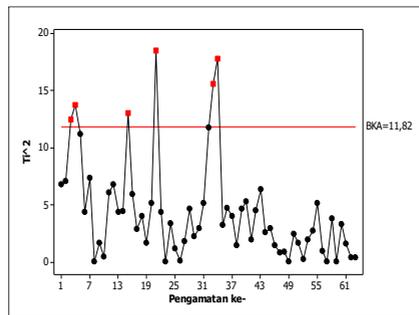
**Tabel 4.52** Perhitungan Selisih Titik Maksimum dan BKA Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG I

$\lambda$	BKA	Titik max	Selisih	Jumlah Titik <i>Out of Control</i>
0,05	8,85	30,9	22,05	34
0,1	10,07	33,38	23,31	30
0,2	11,01	39,14	28,13	22
0,3	11,40	35,79	24,39	16
0,4	11,6	31,39	19,79	13

**Tabel 4.52** (Lanjutan)

$\lambda$	BAK	Titik max	Selisih	Jumlah Titik <i>Out of Control</i>
0,5	11,71	27,26	15,55	10
0,6	11,77	23,62	11,85	8
0,7	11,80	20,50	8,70	8
<b>0,8</b>	<b>11,82</b>	<b>18,51</b>	<b>6,69</b>	<b>6</b>

Tabel 4.52 menunjukkan bahwa selisih antara titik maksimum pengamatan dengan batas kendali atas (BAK) yang terkecil sebesar 6,69 dengan menggunakan nilai pembobot ( $\lambda$ ) sebesar 0,8 dan nilai batas kendali atas sebesar 11,82. Sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui stabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM NG I dengan menggunakan peta kendali MEWMA adalah digunakan nilai pembobot sebesar 0,8. Berikut adalah peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM NG I



**Gambar 4.10** Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG I ( $\lambda = 0,8$ )

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM NG I dengan  $\lambda = 0,8$  adalah tidak terkendali secara statistik karena terdapat enam titik pengamatan yang berada di luar batas kendali (*out of control*) yaitu pada pengamatan ke-3, 4, 15, 21, 33, dan 34. Karena terdapat enam pengamatan yang *out of control* sehingga perlu diidentifikasi variabel penyebabnya berdasarkan jumlah titik pengamatan *out of*

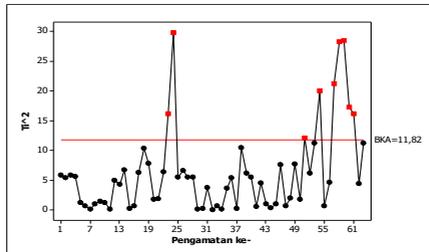
*control* terbanyak pada peta kendali univariat. Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik kualitas penyebab pengamatan *out of control* yang merujuk pada Lampiran E4 dapat disimpulkan bahwa karakteristik kualitas zat organik merupakan karakteristik kualitas yang menyebabkan pengamatan *out of control*.

Berikut adalah perhitungan selisih titik pengamatan maksimum dan batas kendali atas (BKA) peta kendali MEWMA kualitas air produksi di IPAM NG II.

**Tabel 4.53** Perhitungan Selisih Titik Maksimum dan BKA Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG II

$\lambda$	BKA	Titik max	Selisih	Jumlah Titik <i>Out of Control</i>
0,05	8,85	56,43	47,58	47
0,1	10,07	86,38	76,31	47
0,2	11,01	81,54	70,53	32
0,3	11,40	66,97	55,57	26
0,4	11,6	57,25	45,65	21
0,5	11,71	48,71	37	17
0,6	11,77	41,16	29,39	12
0,7	11,80	34,43	22,63	11
<b>0,8</b>	<b>11,82</b>	<b>29,78</b>	<b>17,96</b>	<b>9</b>

Tabel 4.53 menunjukkan bahwa selisih antara titik maksimum pengamatan dengan batas kendali atas (BKA) yang terkecil sebesar 17,96 dengan menggunakan nilai pembobot ( $\lambda$ ) sebesar 0,8 dan nilai batas kendali atas sebesar 11,82. Sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui stabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM NG II dengan menggunakan peta kendali MEWMA adalah digunakan nilai pembobot sebesar 0,8. Berikut adalah peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM NG II



**Gambar 4.11** Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG II ( $\lambda = 0,8$ )

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM NG II dengan  $\lambda = 0,8$  adalah tidak terkendali secara statistik karena terdapat sembilan titik pengamatan yang berada di luar batas kendali (*out of control*) yaitu pada pengamatan ke-23, 24, 51, 54, 57, 58, 59, 60, dan 61. Karena terdapat sembilan pengamatan yang *out of control* sehingga perlu diidentifikasi variabel penyebabnya berdasarkan jumlah titik pengamatan *out of control* terbanyak pada peta kendali univariat. Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik kualitas penyebab pengamatan *out of control* yang merujuk pada Lampiran E5 dapat disimpulkan bahwa karakteristik kualitas pH merupakan karakteristik kualitas yang menyebabkan pengamatan *out of control*.

Berikut adalah perhitungan selisih titik pengamatan maksimum dan batas kendali atas (BKA) peta kendali MEWMA kualitas air produksi di IPAM NG III.

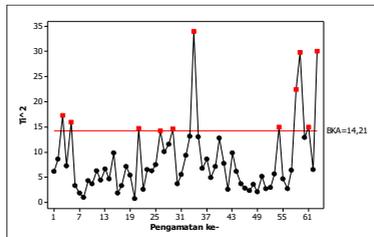
**Tabel 4.54** Perhitungan Selisih Titik Maksimum dan BKA Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG III

$\lambda$	BKA	Titik max	Selisih	Jumlah Titik <i>Out of Control</i>
0,05	11,10	66,72	55,62	52
0,1	12,41	72,56	60,15	47
0,2	13,39	66,13	52,74	39
0,3	13,79	57,18	43,39	30
0,4	13,99	49,29	35,3	26

**Tabel 4.54** (Lanjutan)

$\lambda$	BKA	Titik max	Selisih	Jumlah Titik <i>Out of Control</i>
0,5	14,1	44,61	30,51	20
0,6	14,16	40,75	26,59	16
0,7	14,19	37,28	23,09	14
<b>0,8</b>	<b>14,21</b>	<b>33,97</b>	<b>19,76</b>	<b>11</b>

Tabel 4.54 menunjukkan bahwa selisih antara titik maksimum pengamatan dengan batas kendali atas (BKA) yang terkecil sebesar 19,76 dengan menggunakan nilai pembobot ( $\lambda$ ) sebesar 0,8 dan nilai batas kendali atas sebesar 14,21. Sehingga pada penelitian ini untuk mengetahui stabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM NG III dengan menggunakan peta kendali MEWMA adalah digunakan nilai pembobot sebesar 0,8. Berikut adalah peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM NG III



**Gambar 4.12** Peta Kendali MEWMA untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG III ( $\lambda = 0,8$ )

Gambar 4.12 menunjukkan bahwa peta kendali MEWMA untuk kualitas air produksi di IPAM NG III dengan  $\lambda = 0,8$  adalah tidak terkendali secara statistik karena terdapat sebelas titik pengamatan yang berada di luar batas kendali (*out of control*) yaitu pada pengamatan ke-3, 5, 21, 26, 29, 34, 54, 58, 59, 61, dan 63. Karena terdapat 11 pengamatan yang *out of control* sehingga perlu diidentifikasi variabel penyebabnya berdasarkan jumlah titik pengamatan *out of control* terbanyak pada peta kendali univariat masing-masing karakteristik kualitas dan peta kendali multivariat untuk kombinasi dua karakteristik kualitas. Berdasarkan hasil

identifikasi karakteristik kualitas penyebab pengamatan *out of control* yang merujuk pada Lampiran E6 dapat disimpulkan bahwa kombinasi antara karakteristik kualitas pH dan zat organik merupakan karakteristik kualitas yang menyebabkan pengamatan *out of control*.

#### 4.4 Kapabilitas Proses Kualitas Air Produksi

Setelah dilakukan analisis stabilitas proses kualitas air produksi maka dilakukan analisis kapabilitas proses dari kualitas air produksi di IPAM KP I, II, dan NG III. Proses dikatakan kapabel apabila karakteristik kualitas air produksi berada dalam batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya. Indeks yang digunakan untuk mengukur kapabilitas proses pada penelitian ini adalah  $P_p$  dan  $P_{pk}$ .

Perhitungan kapabilitas proses untuk kualitas air produksi dilakukan secara univariat dan multivariat. Untuk perhitungan kapabilitas univariat adalah untuk masing-masing karakteristik kualitas air produksi. Berikut adalah perhitungan indeks kapabilitas proses univariat untuk kualitas air produksi di IPAM KP I.

**Tabel 4.55** Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Univariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP I

Karakteristik Kualitas	$P_p$	$P_{pk}$
Sisa Chlor	0,71	0,43
pH	2,55	1,28
Zat Organik	0,89	0,86

Tabel 4.55 menunjukkan bahwa perhitungan indeks kapabilitas proses univariat untuk karakteristik kualitas sisa chlor diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 0,71 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 0,43. Nilai ini menunjukkan bahwa proses belum kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang belum baik. Sedangkan untuk karakteristik kualitas pH diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 2,55 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 1,28, sehingga nilai ini menunjukkan bahwa proses sudah kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang baik. Dan untuk karakteristik kualitas zat organik diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 0,89

dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 0,86, sehingga nilai ini menunjukkan bahwa proses belum kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang belum baik. Berikut adalah perhitungan indeks kapabilitas proses multivariat untuk kualitas air produksi di IPAM KP I.

**Tabel 4.56** Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Multivariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP I

IPAM	$MP_p$	$MP_{pk}$
KP I	1,17	0,78

Tabel 4.56 menunjukkan bahwa perhitungan indeks kapabilitas proses secara multivariat diperoleh nilai  $MP_p$  sebesar 1,17 yang lebih besar dari 1, sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja proses sudah kapabel untuk ketiga karakteristik kualitas. Namun nilai  $MP_p$  hanya menjelaskan indeks saja, untuk mengetahui kinerja proses multivariat secara mutlak kapabel adalah dengan menggunakan nilai  $MP_{pk}$ . Nilai  $MP_{pk}$  yang diperoleh sebesar 0,78 dimana nilai tersebut kurang dari 1 sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja proses kualitas air produksi di IPAM KP I secara multivariat belum kapabel atau masih berada di luar batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya. Berikut adalah perhitungan indeks kapabilitas proses univariat untuk kualitas air produksi di IPAM KP II.

**Tabel 4.57** Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Univariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP II

Karakteristik Kualitas	$P_p$	$P_{pk}$
Sisa Chlor	0,95	0,78
pH	2,32	1,29
Zat Organik	0,87	0,78

Tabel 4.57 menunjukkan bahwa perhitungan indeks kapabilitas proses univariat untuk karakteristik kualitas sisa chlor diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 0,95 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 0,78. Nilai ini menunjukkan bahwa proses belum kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang belum baik. Sedangkan untuk karakteristik kualitas pH diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 2,32 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar

1,29, sehingga nilai ini menunjukkan bahwa proses sudah kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang baik. Dan untuk karakteristik kualitas zat organik diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 0,87 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 0,78, sehingga nilai ini menunjukkan bahwa proses belum kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang belum baik. Berikut adalah perhitungan indeks kapabilitas proses multivariat untuk kualitas air produksi di IPAM KP II.

**Tabel 4.58** Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Multivariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP II

<b>IPAM</b>	$MP_p$	$MP_{pk}$
<b>KP II</b>	1,24	0,92

Tabel 4.58 menunjukkan bahwa perhitungan indeks kapabilitas proses secara multivariat diperoleh nilai  $MP_p$  sebesar 1,24 yang lebih besar dari 1, sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja proses sudah kapabel untuk ketiga karakteristik kualitas. Nilai  $MP_{pk}$  yang diperoleh sebesar 0,92 dimana nilai tersebut kurang dari 1 sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja proses kualitas air produksi di IPAM KP II secara multivariat belum kapabel atau masih berada di luar batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya. Berikut adalah perhitungan indeks kapabilitas proses univariat untuk kualitas air produksi di IPAM KP III.

**Tabel 4.59** Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Univariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP III

<b>Karakteristik Kualitas</b>	$P_p$	$P_{pk}$
<b>Kekeruhan</b>	3,10	0,84
<b>pH</b>	1,78	1,25
<b>Zat Organik</b>	0,59	0,52

Tabel 4.59 menunjukkan bahwa perhitungan indeks kapabilitas proses univariat untuk karakteristik kualitas kekeruhan diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 3,10 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 0,84. Nilai ini menunjukkan bahwa proses belum kapabel dengan tingkat akurasinya belum baik namun untuk presisinya sudah baik.

Sedangkan untuk karakteristik kualitas pH diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 1,78 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 1,25, sehingga nilai ini menunjukkan bahwa proses sudah kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang baik. Dan untuk karakteristik kualitas zat organik diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 0,59 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 0,52, sehingga nilai ini menunjukkan bahwa proses belum kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang belum baik. Berikut adalah perhitungan indeks kapabilitas proses multivariat untuk kualitas air produksi di IPAM KP III.

**Tabel 4.60** Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Multivariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM KP III

IPAM	$MP_p$	$MP_{pk}$
KP III	1,48	0,82

Tabel 4.60 menunjukkan bahwa perhitungan indeks kapabilitas proses secara multivariat diperoleh nilai  $MP_p$  sebesar 1,48 yang lebih besar dari 1, sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja proses sudah kapabel untuk ketiga karakteristik kualitas. Nilai  $MP_{pk}$  yang diperoleh sebesar 0,82 dimana nilai tersebut kurang dari 1 sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja proses kualitas air produksi di IPAM KP III secara multivariat belum kapabel atau masih berada di luar batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya. Berikut adalah perhitungan indeks kapabilitas proses univariat untuk kualitas air produksi di IPAM NG I.

**Tabel 4.61** Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Univariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG I

Karakteristik Kualitas	$P_p$	$P_{pk}$
Sisa Chlor	0,44	0,08
Zat Organik	1,12	0,88

Tabel 4.61 menunjukkan bahwa perhitungan indeks kapabilitas proses univariat untuk karakteristik kualitas sisa chlor diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 0,44 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 0,08. Nilai ini menunjukkan bahwa proses belum kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang belum baik. Sedangkan untuk karakteristik

kualitas zat organik diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 1,12 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 0,88, sehingga nilai ini menunjukkan bahwa proses belum kapabel dengan tingkat akurasinya yang belum baik namun untuk presisinya sudah baik. Berikut adalah perhitungan indeks kapabilitas proses multivariat untuk kualitas air produksi di IPAM NG I.

**Tabel 4.62** Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Multivariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG I

IPAM	$MP_p$	$MP_{pk}$
NG I	0,79	0,41

Tabel 4.62 menunjukkan bahwa perhitungan indeks kapabilitas proses secara multivariat diperoleh nilai  $MP_p$  sebesar 0,79 yang kurang dari 1, sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja proses belum kapabel untuk kedua karakteristik kualitas. Sedangkan untuk nilai  $MP_{pk}$  yang diperoleh sebesar 0,41 dimana nilai tersebut kurang dari 1 sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja proses kualitas air produksi di IPAM NG I secara multivariat belum kapabel atau masih berada di luar batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya. Berikut adalah perhitungan indeks kapabilitas proses univariat untuk kualitas air produksi di IPAM NG II.

**Tabel 4.63** Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Univariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG II

Karakteristik Kualitas	$P_p$	$P_{pk}$
Sisa Chlor	0,54	0,10
pH	4,12	2,93

Tabel 4.63 menunjukkan bahwa perhitungan indeks kapabilitas proses univariat untuk karakteristik kualitas sisa chlor diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 0,54 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 0,10. Nilai ini menunjukkan bahwa proses belum kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang belum baik. Sedangkan untuk karakteristik kualitas pH diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 4,12 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 2,93, sehingga nilai ini menunjukkan bahwa proses telah kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang sudah baik. Berikut adalah

perhitungan indeks kapabilitas proses multivariat untuk kualitas air produksi di IPAM NG II.

**Tabel 4.64** Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Multivariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG II

<b>IPAM</b>	$MP_p$	$MP_{pk}$
<b>NG II</b>	1,31	0,66

Tabel 4.64 menunjukkan bahwa perhitungan indeks kapabilitas proses secara multivariat diperoleh nilai  $MP_p$  sebesar 1,31 yang lebih besar dari 1, sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja proses sudah kapabel untuk kedua karakteristik kualitas. Sedangkan untuk nilai  $MP_{pk}$  yang diperoleh sebesar 0,66 dimana nilai tersebut kurang dari 1 sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja proses kualitas air produksi di IPAM NG II secara multivariat belum kapabel atau masih berada di luar batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya. Berikut adalah perhitungan indeks kapabilitas proses univariat untuk kualitas air produksi di IPAM NG III.

**Tabel 4.65** Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Univariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG III

<b>Karakteristik Kualitas</b>	$P_p$	$P_{pk}$
<b>Kekeruhan</b>	4,89	1,41
<b>pH</b>	4,27	3,07
<b>Zat Organik</b>	1,22	1,10

Tabel 4.65 menunjukkan bahwa perhitungan indeks kapabilitas proses univariat untuk karakteristik kualitas kekeruhan diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 4,89 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 1,41. Nilai ini menunjukkan bahwa proses telah kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang baik. Sedangkan untuk karakteristik kualitas pH diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 4,27 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 3,07, sehingga nilai ini menunjukkan bahwa proses sudah kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang baik. Dan untuk karakteristik kualitas zat organik diperoleh nilai  $P_p$  sebesar 1,22 dan nilai  $P_{pk}$  sebesar 1,10, sehingga nilai ini menunjukkan bahwa

proses sudah kapabel dengan presisi dan akurasi proses yang baik. Berikut adalah perhitungan indeks kapabilitas proses multivariat untuk kualitas air produksi di IPAM NG III.

**Tabel 4.66** Perhitungan Indeks Kapabilitas Proses Multivariat untuk Kualitas Air Produksi di IPAM NG III

<b>IPAM</b>	$MP_p$	$MP_{pk}$
<b>NG III</b>	2,94	2,61

Tabel 4.66 menunjukkan bahwa perhitungan indeks kapabilitas proses secara multivariat diperoleh nilai  $MP_p$  sebesar 2,94 yang lebih besar dari 1, sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja proses sudah kapabel untuk ketiga karakteristik kualitas. Nilai  $MP_{pk}$  yang diperoleh sebesar 2,61 dimana nilai tersebut lebih besar dari 1 sehingga dapat dikatakan bahwa kinerja proses kualitas air produksi di IPAM NG III secara multivariat sudah kapabel atau berada di dalam batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan pada Bab IV, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Deskripsi hasil pengujian kualitas air produksi di setiap IPAM secara harian pada Triwulan II (April-Juni 2016) berdasarkan keempat karakteristik kualitas adalah kualitas air produksi di IPAM KP I, NG I, NG II, dan NG III berdasarkan kekeruhan, pH, dan zat organik telah memenuhi syarat kadar yang ditetapkan oleh PDAM Surabaya, sedangkan untuk sisa chlor tidak memenuhi syarat. Untuk kualitas air produksi di IPAM KP II dan III berdasarkan kekeruhan, pH dan sisa chlor telah memenuhi syarat, sedangkan untuk zat organik tidak memenuhi syarat.
2. Analisis faktor terhadap hasil pengujian kualitas air produksi di setiap IPAM adalah sebagai berikut.
  - a. IPAM KP I dan II menghasilkan 1 faktor terdiri dari karakteristik kualitas sisa chlor, pH, dan zat organik.
  - b. IPAM KP III dan NG III menghasilkan 1 faktor terdiri dari karakteristik kualitas kekeruhan, pH, dan zat organik.
  - c. IPAM NG I menghasilkan 2 faktor, dimana faktor 1 terdiri dari karakteristik kualitas sisa chlor dan zat organik yang merupakan parameter kimia air sedangkan faktor 2 terdiri dari karakteristik kualitas kekeruhan dan pH yang merupakan parameter fisik dan kimia air
  - d. IPAM NG II menghasilkan 2 faktor, dimana faktor 1 terdiri dari karakteristik kualitas sisa chlor dan pH yang merupakan parameter kimia air sedangkan faktor 2 terdiri dari karakteristik kualitas kekeruhan dan zat organik yang merupakan parameter fisik dan kimia air.

3. Stabilitas proses hasil pengujian kualitas air produksi di setiap IPAM adalah untuk variabilitas proses pada IPAM KP I dan NG III tidak terkendali secara statistik, sedangkan pada IPAM KP II, III, NG I dan II telah terkendali secara statistik dengan pembobot yang digunakan pada setiap IPAM adalah  $\omega = 0,1$  dan  $\lambda = 0,4$ . Untuk *mean* proses di semua IPAM belum terkendali secara statistik dengan pembobot yang digunakan pada IPAM KP I, II, NG I, II dan III adalah  $\lambda = 0,8$ , sedangkan pada IPAM KP III adalah  $\lambda = 0,05$ .
4. Kapabilitas proses hasil pengujian kualitas air produksi di setiap IPAM adalah pada IPAM KP I, II, III, NG I dan II tidak kapabel, sedangkan pada IPAM NG III sudah kapabel dan sesuai dengan batas spesifikasi yang diinginkan oleh PDAM Surya Sembada kota Surabaya.

## 5.2 Saran

Saran yang diberikan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan sebelumnya adalah sebagai berikut.

1. Pada penelitian selanjutnya menggunakan data hasil pengujian kualitas air produksi di setiap IPAM yang lengkap, karena pada penelitian ini masih menggunakan data yang pada hari libur kerja tidak ada atau kosong.
2. Alat pengukuran untuk masing-masing karakteristik kualitas perlu dilakukan kalibrasi atau verifikasi dalam pengujian karakteristik kualitas air produksi di setiap IPAM PDAM Surya Sembada kota Surabaya agar menghasilkan pengukuran yang valid.
3. Penerapan peta kendali MEWMV dan MEWMA diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk pengendalian kualitas air produksi secara statistik selain hanya memerhatikan karakteristik kualitas air produksi yang memenuhi batas spesifikasi yang telah ditentukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aczel, A., & Sounderpandian, J. (2008). *Complete Business Statistics (Seventh Edition)*. United States of America: The McGraw-Hill Companies.
- Amrimaniar, B.N & Adil, R. (2010). Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Kadar Keasaman Susu Cair, Sari Buah dan Softdrink. *EEPIS Final Project*.
- Devianti, V. (2006). *Penerapan Analisis Multivariat Dalam Pengendalian Kualitas Air Produksi di PDAM Surabaya*. Surabaya: Thesis Jurusan Manajemen Industri FTI ITS.
- Eaton, A. D., Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., & Franson, M. (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 19<sup>th</sup> Edition*. Washington D.C: American Public Health Association.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Heizer, J., & Render, B. (2011). *Manajemen Operasi*. Edisi Kesembilan, Alih Bahasa : Chriswan Sungkono, Jakarta: Salemba Empat.
- Huwang, L., Yeh, A., & Wu, C. (2007). *Monitoring Multivariate Process Variability for Individual Observation*. Journal of Quality Technology. Vol.39, No.3, pp.258.
- Jayanti, J. D. (2014). *Penerapan Diagram Kontrol Mewma dan Mewmv Pada Pengendalian Kualitas Air Produksi di Ipam Ngagel I*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS 1309100101.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Joko, T. (2010). *Unit Produksi dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Edisi Pertama, Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control (Sixth ed.)*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.

- Morisson, D. (2005). *Multivariate Statistical Methods (Second Edition)*. United States of America: The Wharton School University of Pennsylvania.
- PDAM Semarang (2012). *Proses Pengolahan Air PDAM Tirta Moedal Kota Semarang*. Diakses 3 Januari 2017, dari <http://www.pdamkotasmg.co.id/produksi/proses-pengolahan.html>
- PDAM Surabaya (2012). *Profil PDAM Surya Sembada Kota Surabaya*. Diakses 20 Juli 2016, dari <http://www.pdam-sby.go.id>
- Said, N. I., 2007. *Desinfeksi Untuk Proses Pengolahan Air Minum*. JAI. Vol.3, No.1. Pusat Teknologi Lingkungan. BPPT.
- Sucahyono, A. E. (2015). *Analisa Kapabilitas Proses Produksi Air PDAM Surya Sembada Surabaya*. Surabaya: Thesis Jurusan Manajemen Industri FTI ITS.
- Walpole, R. (1995). *Pengantar Metode Statistika*. Edisi Ketiga, Alih Bahasa : Bambang Sumantri, Jakarta: PT. Gramedia Pusaka Utama.

## LAMPIRAN

### Lampiran A. Data

Lampiran A1. Hasil Pengujian Kualitas Air Produksi di IPAM Karangpilang I Pada Triwulan II (April-Juni 2016)

Pengamatan ke-	Tanggal	Bulan	Kekeruhan	Sisa Chlor	Zat Organik
1	1	April	0,62	0,87	4,86
2	4	April	0,90	0,95	6,80
3	5	April	0,78	1,23	5,19
4	6	April	0,60	0,90	2,03
5	7	April	0,72	0,98	2,79
6	8	April	0,82	0,91	5,19
7	11	April	0,53	0,81	5,01
8	12	April	0,72	0,68	5,01
9	13	April	0,86	0,70	5,60
10	14	April	0,80	0,90	3,10
11	15	April	0,98	0,71	4,08
12	18	April	0,84	0,92	5,66
13	19	April	0,69	0,92	7,85
14	20	April	0,68	0,79	1,90
15	21	April	0,98	0,82	2,40
16	22	April	0,81	0,85	1,89
17	25	April	0,87	1,14	4,36
18	26	April	0,85	1,07	3,82
19	27	April	0,78	1,04	1,44
20	28	April	0,68	0,75	4,36
21	29	April	0,85	0,79	4,45
∴	∴	∴	∴	∴	∴
61	28	Juni	0,95	0,70	5,29
62	29	Juni	0,64	0,95	4,06
63	30	Juni	0,84	0,61	3,75

Lampiran A2. Hasil Pengujian Kualitas Air Produksi di IPAM Karangpilang II Pada Triwulan II (April-Juni 2016)

<b>Pengamatan ke-</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Bulan</b>	<b>Kekeruhan</b>	<b>Sisa Chlor</b>	<b>Zat Organik</b>
1	1	April	0,31	0,83	4,36
2	4	April	0,61	0,75	7,11
3	5	April	0,47	0,70	3,22
4	6	April	0,41	0,73	2,79
5	7	April	0,85	0,75	2,77
6	8	April	0,69	0,90	6,49
7	11	April	0,39	0,80	5,82
8	12	April	0,73	0,70	8,40
9	13	April	0,51	0,90	6,21
10	14	April	0,94	0,88	5,53
11	15	April	0,66	0,86	4,40
12	18	April	0,36	0,80	4,86
13	19	April	0,36	0,65	10,05
14	20	April	0,40	0,80	2,50
15	21	April	0,59	0,73	1,98
16	22	April	1,17	0,80	2,79
17	25	April	0,37	0,86	5,59
18	26	April	0,67	0,65	4,11
19	27	April	0,41	0,80	0,95
20	28	April	0,68	0,60	5,28
21	29	April	0,28	0,50	6,02
22	2	Mei	0,66	0,73	5,02
∴	∴	∴	∴	∴	∴
61	28	Juni	0,64	0,72	5,75
62	29	Juni	0,42	0,70	6,83
63	30	Juni	0,59	0,58	4,65

Lampiran A3. Hasil Pengujian Kualitas Air Produksi di IPAM Karangpilang III Pada Triwulan II (April-Juni 2016)

<b>Pengamatan ke-</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Bulan</b>	<b>Kekeruhan</b>	<b>Sisa Chlor</b>	<b>Zat Organik</b>
1	1	April	0,41	0,84	4,53
2	4	April	0,41	0,90	6,63
3	5	April	0,34	0,70	1,61
4	6	April	0,44	0,75	2,49
5	7	April	0,81	0,90	3,08
6	8	April	0,41	0,83	5,82
7	11	April	0,74	0,80	5,82
8	12	April	0,47	0,70	5,82
9	13	April	0,52	0,90	5,13
10	14	April	0,61	0,88	3,39
11	15	April	0,86	0,86	4,71
12	18	April	0,37	1,00	5,65
13	19	April	0,40	0,85	10,05
14	20	April	0,65	0,89	1,88
15	21	April	0,49	0,90	1,98
16	22	April	1,07	0,90	2,49
17	25	April	0,53	0,80	4,98
18	26	April	0,46	0,81	4,76
19	27	April	0,52	0,70	1,26
20	28	April	0,51	0,65	5,60
21	29	April	0,94	0,75	5,55
22	2	Mei	0,46	0,90	4,71
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
61	28	Juni	0,41	0,88	5,60
62	29	Juni	0,40	0,78	5,29
63	30	Juni	0,67	0,65	3,73

Lampiran A4. Hasil Pengujian Kualitas Air Produksi di IPAM Ngagel I Pada Triwulan II (April-Juni 2016)

<b>Pengamatan ke-</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Bulan</b>	<b>Kekeruhan</b>	<b>Sisa Chlor</b>	<b>Zat Organik</b>
1	1	April	0,57	1,08	3,62
2	4	April	0,94	0,97	4,07
3	5	April	1,42	1,47	3,16
4	6	April	3,10	1,37	3,16
5	7	April	1,17	0,10	5,43
6	8	April	1,37	0,78	4,98
7	11	April	1,31	1,46	7,77
8	12	April	1,48	0,78	5,75
9	13	April	1,59	1,18	6,68
10	14	April	1,71	0,97	6,37
11	15	April	1,28	1,47	3,81
12	18	April	0,96	1,07	3,96
13	19	April	0,78	0,98	4,57
14	20	April	0,74	1,08	4,42
15	21	April	1,35	0,29	4,42
16	22	April	1,43	0,78	4,72
17	25	April	0,91	0,98	4,87
18	26	April	0,85	1,08	4,42
19	27	April	1,45	0,98	7,46
20	28	April	0,98	0,78	7,99
21	29	April	1,10	0,78	9,65
22	2	Mei	0,98	0,98	7,09
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
61	28	Juni	0,98	0,84	5,37
62	29	Juni	0,82	0,96	5,67
63	30	Juni	1,24	0,81	6,74

Lampiran A5. Hasil Pengujian Kualitas Air Produksi di IPAM Ngagel II Pada Triwulan II (April-Juni 2016)

<b>Pengamatan ke-</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Bulan</b>	<b>Kekeruhan</b>	<b>Sisa Chlor</b>	<b>Zat Organik</b>
1	1	April	0,61	0,69	5,28
2	4	April	0,93	0,93	5,28
3	5	April	0,87	1,13	3,60
4	6	April	0,94	0,88	7,39
5	7	April	0,80	0,73	4,37
6	8	April	0,55	0,82	5,43
7	11	April	0,58	0,98	8,31
8	12	April	0,48	0,73	7,92
9	13	April	0,72	0,74	5,44
10	14	April	0,68	0,76	6,68
11	15	April	0,90	0,99	4,11
12	18	April	0,75	0,49	4,26
13	19	April	0,60	0,61	5,33
14	20	April	0,59	0,69	6,24
15	21	April	0,98	1,08	4,72
16	22	April	0,71	0,76	4,11
17	25	April	0,58	0,67	6,55
18	26	April	0,60	0,59	5,33
19	27	April	0,70	0,76	5,64
20	28	April	0,71	0,73	7,09
21	29	April	0,75	0,71	7,99
22	2	Mei	0,57	0,69	3,77
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
61	28	Juni	0,84	1,15	5,37
62	29	Juni	0,70	0,76	5,97
63	30	Juni	0,69	1,02	7,04

Lampiran A6. Hasil Pengujian Kualitas Air Produksi di IPAM Ngagel III Pada Triwulan II (April-Juni 2016)

<b>Pengamatan ke-</b>	<b>Tanggal</b>	<b>Bulan</b>	<b>Kekeruhan</b>	<b>Sisa Chlor</b>	<b>Zat Organik</b>
1	1	April	0,49	0,80	3,92
2	4	April	0,64	0,95	3,32
3	5	April	0,88	0,98	2,70
4	6	April	0,48	0,97	4,07
5	7	April	0,42	0,91	3,01
6	8	April	0,68	0,88	4,67
7	11	April	0,59	0,88	6,06
8	12	April	0,65	0,84	5,44
9	13	April	0,83	0,79	3,88
10	14	April	0,71	0,78	4,19
11	15	April	0,50	0,87	4,11
12	18	April	0,57	0,78	5,03
13	19	April	0,56	0,81	3,65
14	20	April	0,83	0,87	4,72
15	21	April	0,96	0,88	3,65
16	22	April	0,52	0,78	5,33
17	25	April	0,63	0,84	5,94
18	26	April	0,60	0,98	3,81
19	27	April	0,63	0,87	3,81
20	28	April	0,85	0,76	6,03
21	29	April	0,81	0,59	8,90
22	2	Mei	0,63	0,69	4,98
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
61	28	Juni	0,66	1,12	5,37
62	29	Juni	0,56	1,02	5,06
63	30	Juni	0,55	0,85	4,59

**Lampiran B. Analisis Faktor**Lampiran B1. *Output* Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM KP I**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,466
Approx. Chi-Square		31,289
Bartlett's Test of Sphericity	df	6
	Sig.	,000

**Anti-image Matrices**

		X1	X2	X3	X4
Anti-image Covariance	X1	,762	,116	-,319	-,240
	X2	,116	,801	-,249	,159
	X3	-,319	-,249	,699	,182
	X4	-,240	,159	,182	,803
Anti-image Correlation	X1	,369 <sup>a</sup>	,148	-,437	-,307
	X2	,148	,569 <sup>a</sup>	-,333	,198
	X3	-,437	-,333	,443 <sup>a</sup>	,244
	X4	-,307	,198	,244	,519 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

Setelah penghapusan karekteristik kualitas kekeruhan

**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,609
Approx. Chi-Square		15,100
Bartlett's Test of Sphericity	df	3
	Sig.	,002

**Anti-image Matrices**

		X2	X3	X4
Anti-image Covariance	X2	,819	-,254	,221

	X3	-,254	,864	,112
	X4	,221	,112	,886
	X2	,583 <sup>a</sup>	-,302	,259
Anti-image Correlation	X3	-,302	,616 <sup>a</sup>	,128
	X4	,259	,128	,641 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

Communalities		
	Initial	Extraction
X2	1,000	,613
X3	1,000	,514
X4	1,000	,468

Extraction Method: Principal Component

Analysis.

Total Variance Explained						
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,595	53,163	53,163	1,595	53,163	53,163
2	,778	25,947	79,110			
3	,627	20,890	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix <sup>a</sup>	
	Component
	1
X2	,783
X3	,717

X4	-,684
----	-------

Extraction Method: Principal

Component Analysis.

a. 1 components extracted.

Lampiran B2. *Output* Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM KP II

#### KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,631
Approx. Chi-Square		20,816
Bartlett's Test of Sphericity	df	6
	Sig.	,002

#### Anti-image Matrices

		X1	X2	X3	X4
Anti-image Covariance	X1	,959	-,030	,048	-,147
	X2	-,030	,827	-,143	,260
	X3	,048	-,143	,862	,198
	X4	-,147	,260	,198	,773
Anti-image Correlation	X1	,613 <sup>a</sup>	-,034	,053	-,171
	X2	-,034	,626 <sup>a</sup>	-,169	,325
	X3	,053	-,169	,686 <sup>a</sup>	,243
	X4	-,171	,325	,243	,605 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

#### Communalities

	Initial	Extraction
X1	1,000	,134
X2	1,000	,498
X3	1,000	,469

X4	1,000	,622
----	-------	------

Extraction Method: Principal Component

Analysis.

Setelah penghapusan karekteristik kualitas kekerasan

#### KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,627
Approx. Chi-Square		18,405
Bartlett's Test of Sphericity	df	3
	Sig.	,000

#### Anti-image Matrices

		X2	X3	X4
Anti-image Covariance	X2	,828	-,142	,263
	X3	-,142	,864	,212
	X4	,263	,212	,796
Anti-image Correlation	X2	,627 <sup>a</sup>	-,167	,324
	X3	-,167	,665 <sup>a</sup>	,256
	X4	,324	,256	,603 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

#### Communalities

	Initial	Extraction
X2	1,000	,555
X3	1,000	,492
X4	1,000	,616

Extraction Method: Principal Component

Analysis.

**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,663	55,427	55,427	1,663	55,427	55,427
2	,733	24,428	79,854			
3	,604	20,146	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

**Component Matrix<sup>a</sup>**

	Component
	1
X2	,745
X3	,701
X4	-,785

Extraction Method: Principal

Component Analysis.

a. 1 components extracted.

Lampiran B3. *Output* Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM KP III

**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,562
Approx. Chi-Square		11,642
Bartlett's Test of Sphericity	df	6
	Sig.	,070

**Anti-image Matrices**

		X1	X2	X3	X4
Anti-image Covariance	X1	,889	,014	,251	-,093
	X2	,014	,981	-,096	-,100

Anti-image Correlation	X3	,251	-,096	,855	,181
	X4	-,093	-,100	,181	,924
	X1	,583 <sup>a</sup>	,015	,288	-,102
	X2	,015	,415 <sup>a</sup>	-,104	-,105
	X3	,288	-,104	,550 <sup>a</sup>	,204
	X4	-,102	-,105	,204	,589 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

Setelah penghapusan karekteristik kualitas Sisa Chlor

#### KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,582
Approx. Chi-Square		10,529
Bartlett's Test of Sphericity	df	3
Sig.		,015

#### Anti-image Matrices

		X1	X3	X4
Anti-image Covariance	X1	,889	,255	-,092
	X3	,255	,864	,176
	X4	-,092	,176	,935
Anti-image Correlation	X1	,578 <sup>a</sup>	,291	-,101
	X3	,291	,561 <sup>a</sup>	,195
	X4	-,101	,195	,635 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

#### Communalities

	Initial	Extraction
X1	1,000	,513
X3	1,000	,591
X4	1,000	,384

Extraction Method: Principal Component

Analysis.

**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,488	49,595	49,595	1,488	49,595	49,595
2	,842	28,079	77,674			
3	,670	22,326	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

**Component Matrix<sup>a</sup>**

	Component
	1
Zscore(x1)	,716
Zscore(x3)	-,769
Zscore(x4)	,620

Extraction Method: Principal

Component Analysis.

a. 1 components extracted.

Lampiran B4. *Output* Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM NG I

**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,546
	Approx. Chi-Square	7,263
Bartlett's Test of Sphericity	df	6
	Sig.	,297

**Anti-image Matrices**

		X1	X2	X3	X4
Anti-image Covariance	X1	,979	-,029	,121	,026
	X2	-,029	,907	,180	,206
	X3	,121	,180	,941	-,012
	X4	,026	,206	-,012	,945
Anti-image Correlation	X1	,587 <sup>a</sup>	-,031	,126	,027
	X2	-,031	,535 <sup>a</sup>	,195	,223
	X3	,126	,195	,553 <sup>a</sup>	-,013
	X4	,027	,223	-,013	,542 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

**Communalities**

	Initial	Extraction
		n
X1	1,000	,656
X2	1,000	,602
X3	1,000	,519
X4	1,000	,631

Extraction Method: Principal

Component Analysis.

**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared			Rotation Sums of Squared		
				Loadings			Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,395	34,874	34,874	1,395	34,874	34,874	1,254	31,338	31,338
2	1,013	25,335	60,209	1,013	25,335	60,209	1,155	28,870	60,209

3	,878	21,958	82,166					
4	,713	17,834	100,000					

Extraction Method: Principal Component Analysis.

**Component Matrix<sup>a</sup>**

	Component	
	1	2
X1	-,397	,706
X2	-,728	-,268
X3	,616	-,373
X4	,572	,552

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

**Rotated Component Matrix<sup>a</sup>**

	Component	
	1	2
X1	,114	,802
X2	-,741	,231
X3	,262	-,671
X4	,789	,090

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser

Normalization.<sup>a</sup>

a. Rotation converged in 3 iterations.

Lampiran B5. *Output* Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM NG II**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	,509
Approx. Chi-Square	11,603
Bartlett's Test of Sphericity df	6
Sig.	,071

**Anti-image Matrices**

		X1	X2	X3	X4
Covariance	X1	,878	-,277	-,036	,120
	X2	-,277	,842	,215	-,010
	X3	-,036	,215	,938	-,037
	X4	,120	-,010	-,037	,980
Anti-image Correlation	X1	,508 <sup>a</sup>	-,323	-,040	,130
	X2	-,323	,506 <sup>a</sup>	,241	-,011
	X3	-,040	,241	,507 <sup>a</sup>	-,038
	X4	,130	-,011	-,038	,543 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

**Communalities**

	Initial	Extraction
X1	1,000	,580
X2	1,000	,664
X3	1,000	,572
X4	1,000	,660

Extraction Method: Principal Component

Analysis.

**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared			Rotation Sums of Squared		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Loadings			Loadings		
				Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,464	36,599	36,599	1,464	36,599	36,599	1,316	32,894	32,894
2	1,012	25,300	61,899	1,012	25,300	61,899	1,160	29,005	61,899
3	,919	22,978	84,877						
4	,605	15,123	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

**Component Matrix<sup>a</sup>**

	Component	
	1	2
X1	,696	-,311
X2	,785	,218
X3	-,511	-,558
X4	-,322	,746

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

**Rotated Component Matrix<sup>a</sup>**

	Component	
	1	2
X1	,392	,653
X2	,768	,270
X3	-,738	,165
X4	,164	-,796

Extraction Method: Principal Component

Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser

Normalization.<sup>a</sup>

a. Rotation converged in 3 iterations.

Lampiran B6. *Output* Analisis Faktor Kualitas Air Produksi di IPAM NG III

**KMO and Bartlett's Test**

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,639
Approx. Chi-Square		18,948
Bartlett's Test of Sphericity	df	6
	Sig.	,004

**Anti-image Matrices**

		X1	X2	X3	X4
Anti-image Covariance	X1	,858	,141	-,058	-,226
	X2	,141	,921	,019	,134
	X3	-,058	,019	,894	-,231
	X4	-,226	,134	-,231	,795
Anti-image Correlation	X1	,653 <sup>a</sup>	,159	-,067	-,273
	X2	,159	,697 <sup>a</sup>	,021	,157
	X3	-,067	,021	,639 <sup>a</sup>	-,274
	X4	-,273	,157	-,274	,608 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

**Communalities**

	Initial	Extraction
X1	1,000	,468
X2	1,000	,306

X3	1,000	,347
X4	1,000	,592

Extraction Method: Principal Component

Analysis.

Setelah penghapusan karekteristik kualitas Sisa Chlor

#### KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,582
Approx. Chi-Square		14,131
Bartlett's Test of Sphericity	df	3
Sig.		,003

#### Anti-image Matrices

		X1	X3	X4
Anti-image Covariance	X1	,880	-,063	-,259
	X3	-,063	,894	-,240
	X4	-,259	-,240	,815
Anti-image Correlation	X1	,596 <sup>a</sup>	-,071	-,306
	X3	-,071	,609 <sup>a</sup>	-,281
	X4	-,306	-,281	,557 <sup>a</sup>

a. Measures of Sampling Adequacy(MSA)

#### Communalities

	Initial	Extraction
X1	1,000	,476
X3	1,000	,444
X4	1,000	,639

Extraction Method: Principal Component

Analysis.

**Total Variance Explained**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,559	51,977	51,977	1,559	51,977	51,977
2	,829	27,637	79,614			
3	,612	20,386	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

**Component Matrix<sup>a</sup>**

	Component
	1
X1	,690
X3	,666
X4	,799

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 1 components extracted.

**Lampiran C. Program Peta Kendali MEWMV**

```

omega=0.1;
lamda=0.4;
p=3;
L=2.79;
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 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
for u=1:brsA
    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
    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);

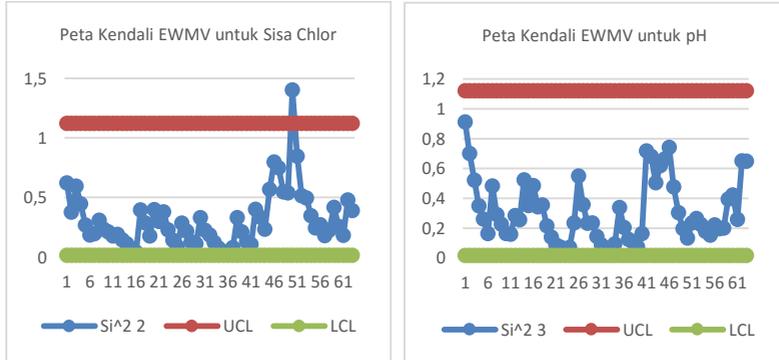
```

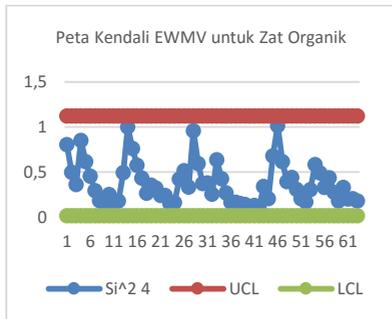
**Lampiran C. Program Peta Kendali MEWMV (Lanjutan)**

```

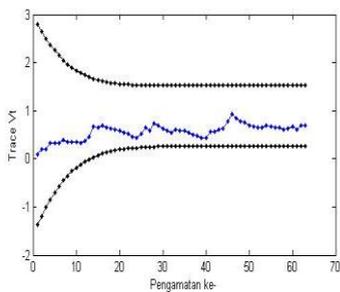
bbpartial=bb(:,1:t);
keluar=0;
d=0;
for i=1:t-1
if trvpartial(i)<bbpartial(i)
keluar=keluar+1
d=d+1
yangkeluar(d)=i;
end
if trvpartial(i)>bapartial(i)
keluar=keluar+1
d=d+1
yangkeluar(d)=i;
end
end
x=1:t
plot(x,trvpartial,'b.-',x,bapartial,'k.-
',x,bbpartial,'k.-');
xlabel('Pengamatan ke-')
ylabel('Trace Vt');

```

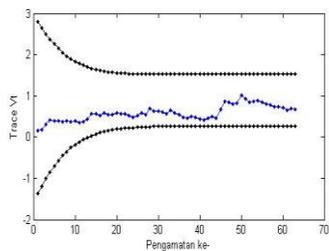
**Lampiran D. Identifikasi Penyebab *Out of Control* Peta Kendali MEWMV****Lampiran D1. Identifikasi Penyebab *Out of Control* di IPAM KP I**



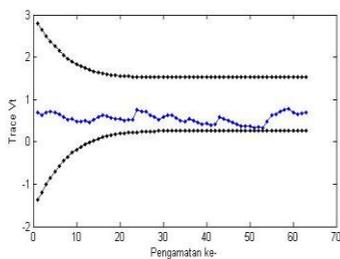
Peta Kendali MEWMV untuk kombinasi pH dan zat organik



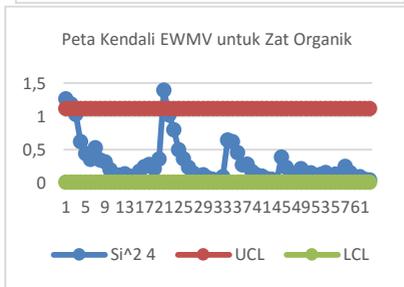
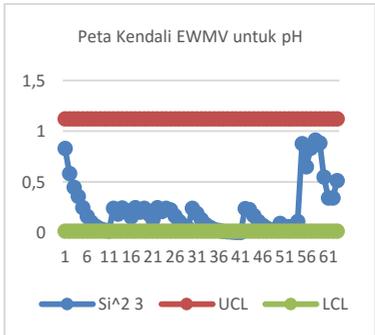
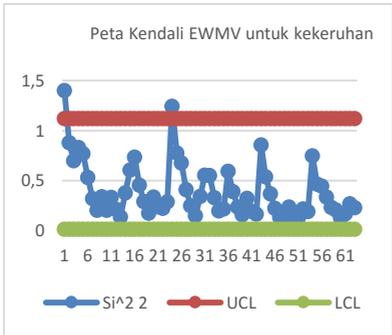
Peta Kendali MEWMV untuk kombinasi sisa chlor dan zat organik



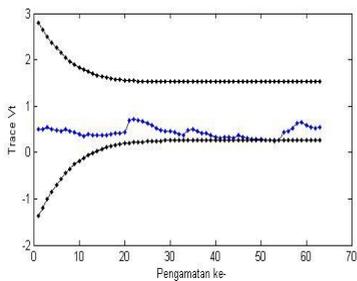
Peta Kendali MEWMV untuk kombinasi sisa chlor dan pH



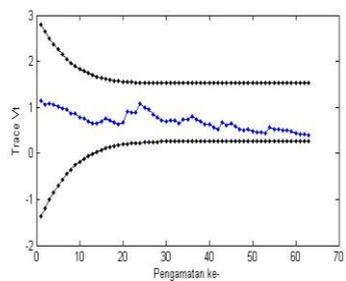
Lampiran D2. Identifikasi Penyebab *Out of Control* di IPAM NG III



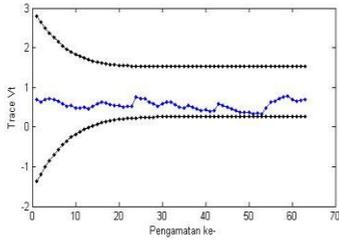
Peta Kendali MEWMV untuk kombinasi pH dan zat organik



Peta Kendali MEWMV untuk kombinasi kekeruhan dan zat organik

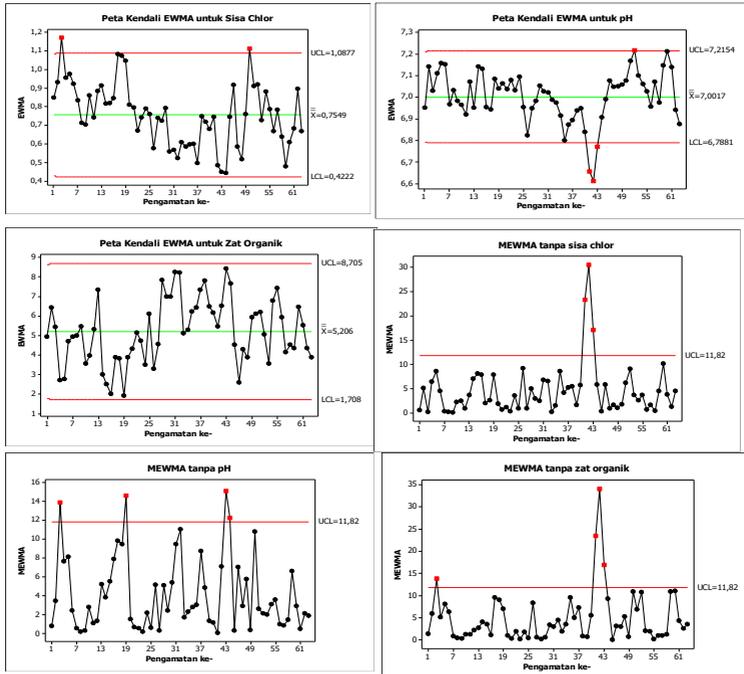


Peta Kendali MEWMV untuk kombinasi kekeruhan dan pH

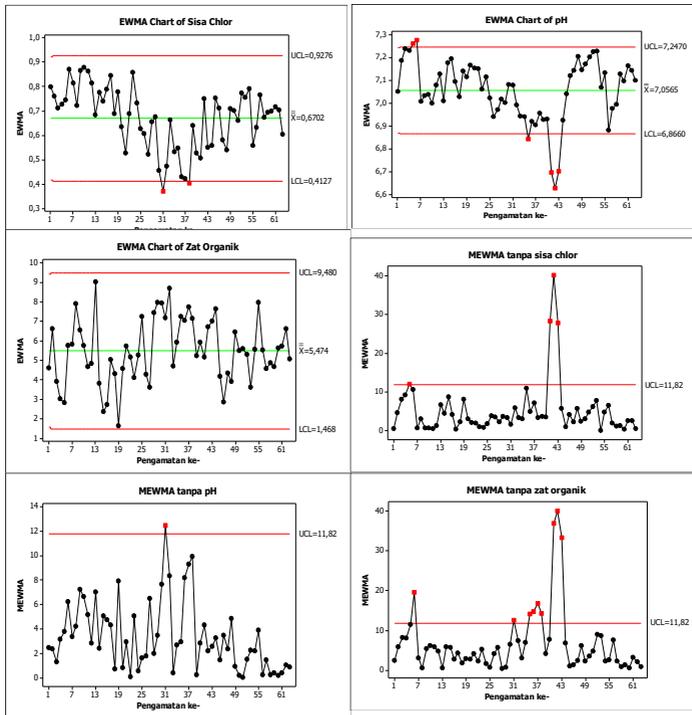


Lampiran E. Identifikasi Penyebab *Out of Control* Peta Kendali MEWMA

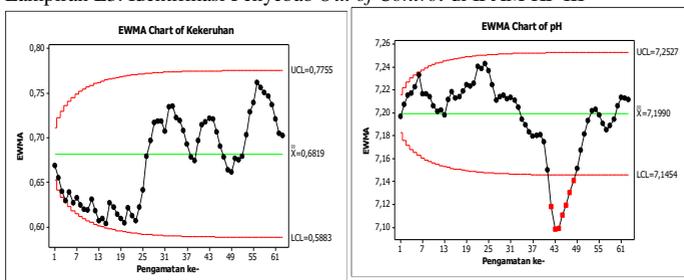
Lampiran E1. Identifikasi Penyebab *Out of Control* di IPAM KP I

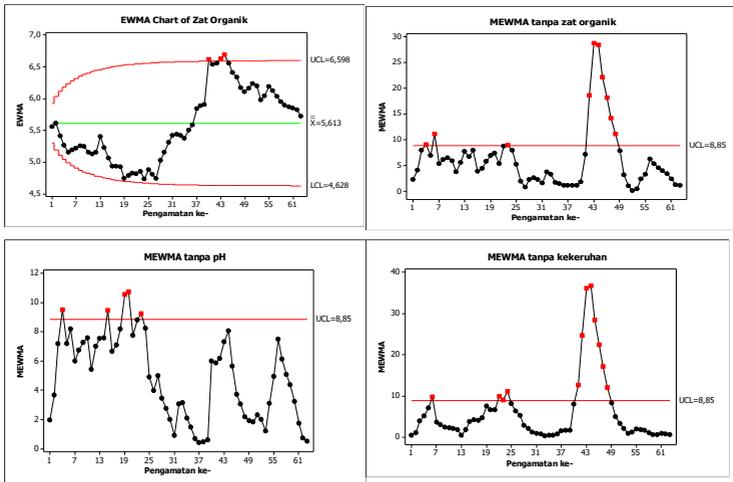


Lampiran E2. Identifikasi Penyebab *Out of Control* di IPAM KP II

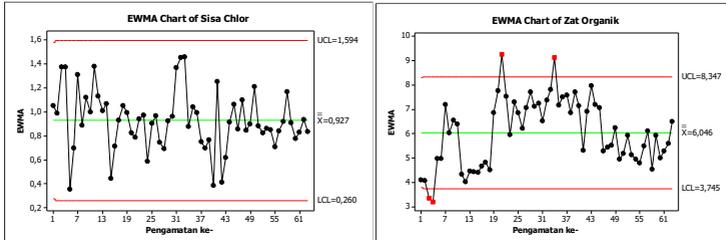


Lampiran E3. Identifikasi Penyebab *Out of Control* di IPAM KP III

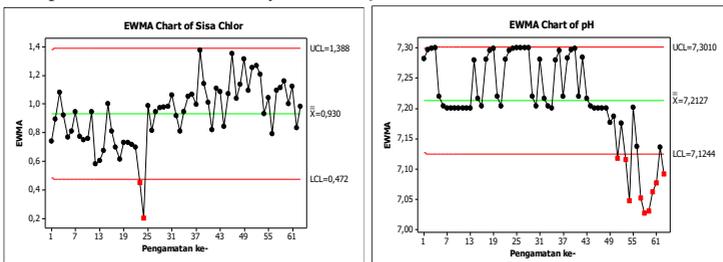




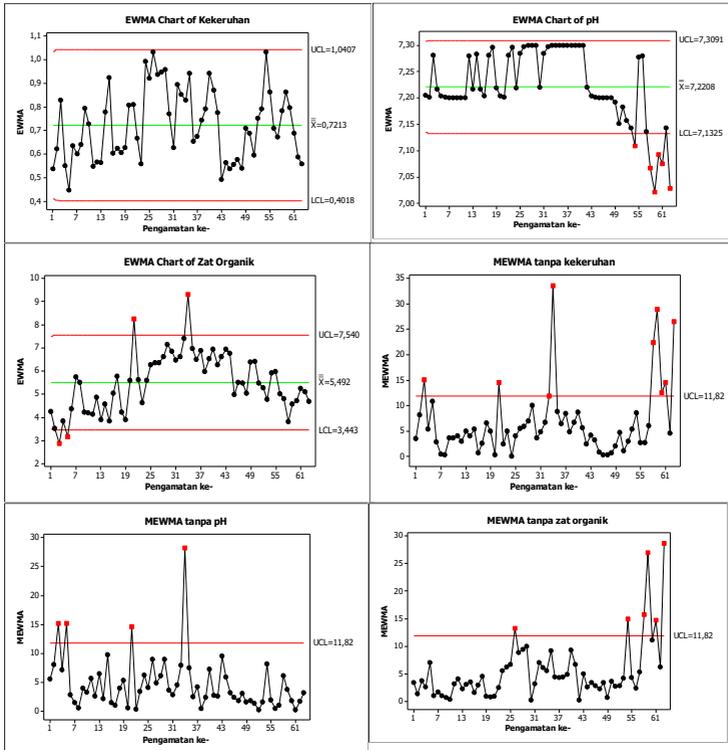
Lampiran E4. Identifikasi Penyebab *Out of Control* di IPAM NG I



Lampiran E5. Identifikasi Penyebab *Out of Control* di IPAM NG II

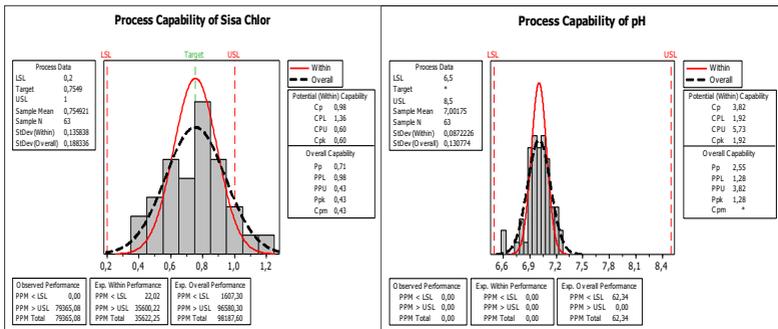


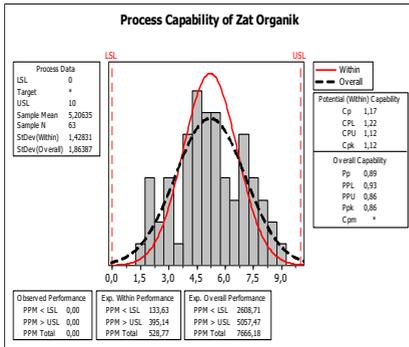
Lampiran E6. Identifikasi Penyebab *Out of Control* di IPAM NG III



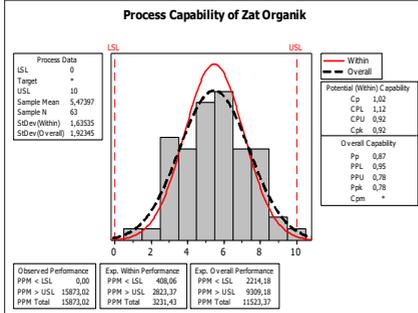
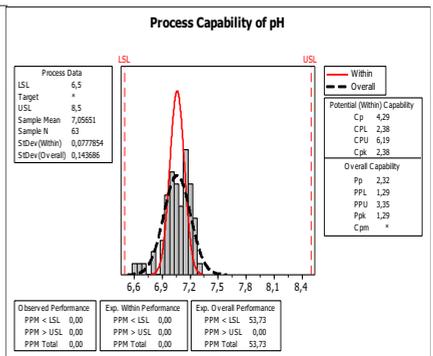
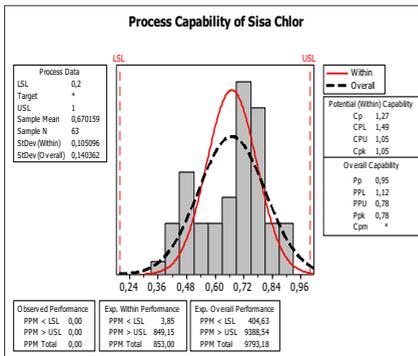
Lampiran F. Kapabilitas Proses

Lampiran F1. Kapabilitas Proses di IPAM KP I

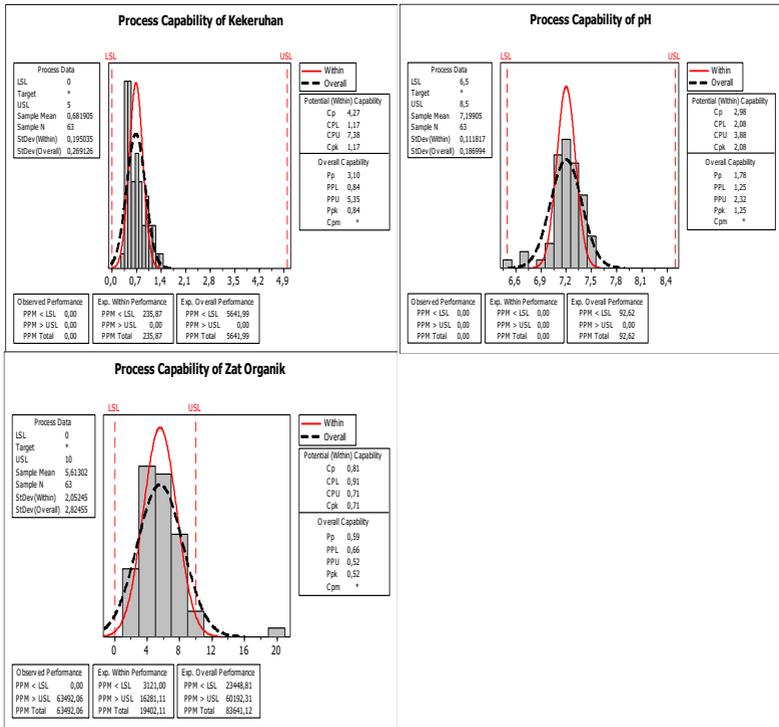




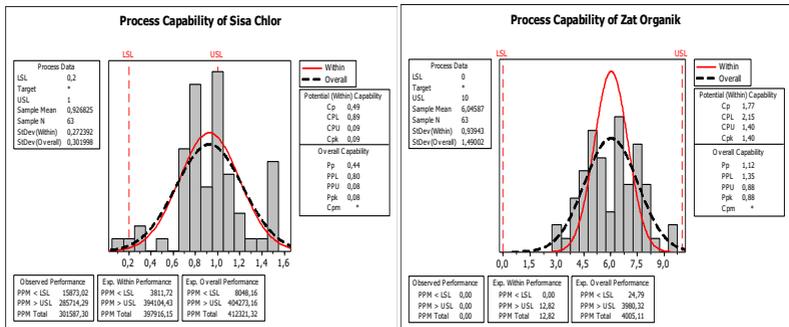
Lampiran F2. Kapabilitas Proses di IPAM KP II



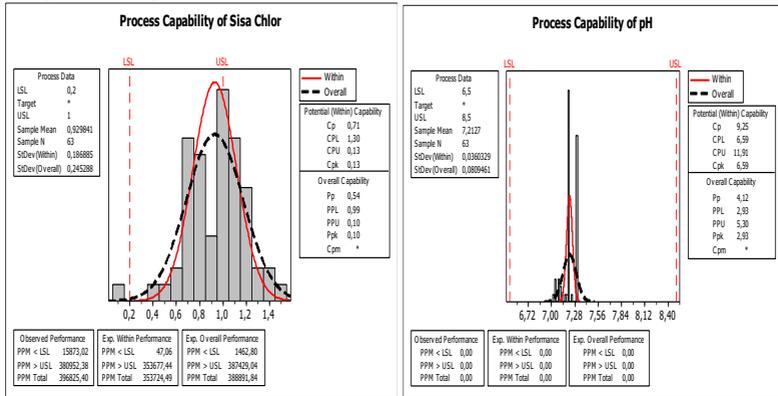
Lampiran F3. Kapabilitas Proses di IPAM KP III



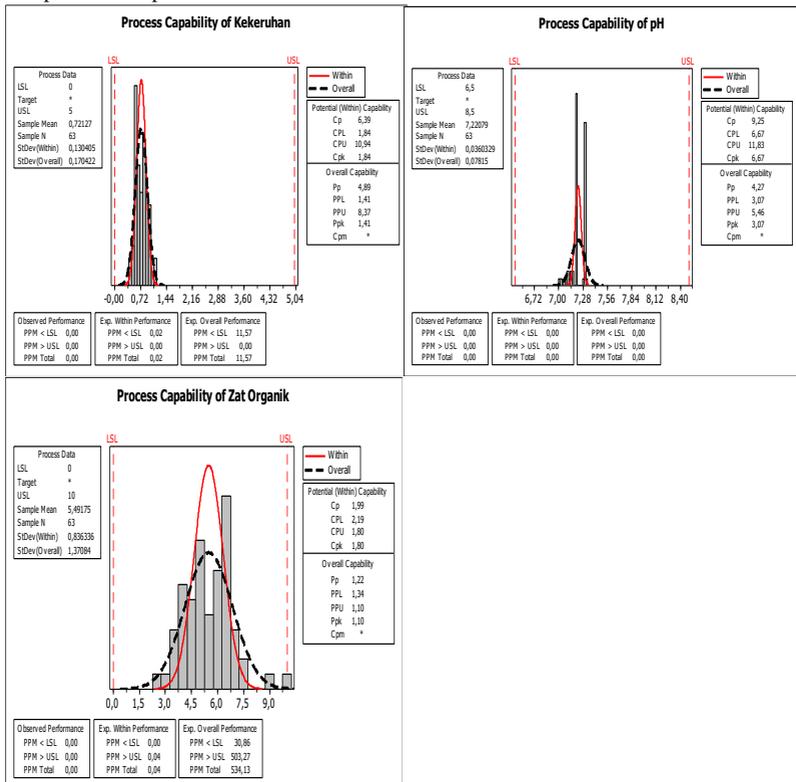
Lampiran F4. Kapabilitas Proses di IPAM NG I



Lampiran F5. Kapabilitas Proses di IPAM NG II



Lampiran F6. Kapabilitas Proses di IPAM NG III



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**Lampiran G. Surat Keterangan Publikasi oleh Perusahaan**

**SURAT KETERANGAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa :

1. Mahasiswa Statistika FMIPA-ITS dengan identitas berikut :

Nama : Enjelina Puspa Melati

NRP : 1313100040

Telah mengambil data di instansi/perusahaan kami :

Nama Instansi : PDAM Surya Sembada kota Surabaya

Divisi/ bagian : Pengendalian Proses

sejak tanggal 1 April 2016 sampai dengan 30 Juni 2016 untuk keperluan Tugas Akhir/ Thesis Semester Gasal/Genap\* 2017/ 2018.

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.

Surabaya, 5 Juni 2017

Pengetahuan  
Perusahaan/Company Leaders



\*(coret yang tidak perlu)

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Enjelina Puspa Melati atau biasa dipanggil dengan nama Enjel atau Lina. Penulis lahir di Surabaya pada tanggal 7 Juli 1995. Penulis merupakan putri pertama dari pasangan Bapak Suyitno Mangoen Sisworo dan Ibu Endang Retnowati. Selama hidupnya, penulis mulai menempuh pendidikan di TK Kusuma Surabaya pada tahun 1999-2001, SDN Rangkah VII Surabaya pada tahun 2001-2007, SMPN 1 Surabaya tahun 2007-2010, SMAN 15 Surabaya tahun 2010-2013. Setelah lulus SMA, penulis melanjutkan studi S1 di departemen Statistika ITS pada tahun 2013 melalui jalur SNMPTN Bidikmisi. Selama kuliah, penulis aktif di berbagai organisasi. Pada tahun ketiga perkuliahannya, penulis bergabung menjadi Staff Ahli PSt (*Professional Statistics*) HIMASTA-ITS 15/16. Untuk informasi maupun saran dari Tugas Akhir ini, pembaca dapat menghubungi penulis melalui *e-mail* ke [enjelinapm@gmail.com](mailto:enjelinapm@gmail.com) atau facebook penulis yaitu Enjelina Puspa Melati. Penulis juga dapat dihubungi di 08988524568.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*