



TUGAS AKHIR - SS 145561

ANALISIS KAPABILITAS PROSES STATISTIK PRODUKSI AIR PDAM SURABAYA TAHUN 2017

Adinda Nur Aulia Effendi
NRP 10611500000059

Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti, M.T

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



TUGAS AKHIR - SS 145561

ANALISIS KAPABILITAS PROSES STATISTIK PRODUKSI AIR PDAM SURABAYA TAHUN 2017

Adinda Nur Aulia Effendi
NRP 10611500000059

Pembimbing
Dra. Lucia Aridinanti, M.T

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



FINAL PROJECT - SS145561

STATISTICAL PROCCES CAPABILITY ANALYSIS OF WATER PRODUCTION PDAM SURABAYA IN 2017

Adinda Nur Aulia Effendi
NRP 10611500000059

Supervisor
Dra. Lucia Aridinanti, M.T

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

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS KAPABILITAS PROSES STATISTIK PADA PRODUKSI AIR PDAM SURABAYA TAHUN 2017

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

ADINDA NUR AULIA EFFENDI
NRP. 10611500000059

SURABAYA, 25 JUNI 2018

Menyetujui,
Pembimbing Tugas Akhir

Dra. Lucia Aridinanti, M.T
NIP. 19610131 198701 2 001

Mengetahui,
Kepala Departemen Statistika Bisnis
Fakultas Vokasi ITS

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



ANALISIS KAPABILITAS PROSES STATISTIK PRODUKSI AIR PDAM SURABAYA TAHUN 2017

Nama Mahasiswa : Adinda Nur Aulia Effendi
NRP : 10611500000059
Departemen : Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Lucia Aridinanti, M.T

Abstrak

Air adalah unsur terpenting bagi makhluk hidup. PDAM merupakan penyedia, produksi dan distributor air bersih yang layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan kehidupan sehari-hari bagi masyarakat di Indonesia. Air layak dikonsumsi apabila kualitas air tersebut sesuai dengan Standar Permenkes RI no. 492 tahun 2010. Variabel yang dijadikan indikator kualitas adalah kekeruhan air dan sisa chlor. Kekeruhan yang tidak melebihi 5 NTU dan sisa chlor yang berada di antara 0,2 Mg/L sampai 1 Mg/L. Air yang di produksi mengalami beberapa tahap penjernihan air sehingga air tidak mengandung zat yang dapat merugikan bagi yang mengonsumsi. Yang menjadi permasalahan adalah apakah proses produksi air di PDAM Surabaya telah kapabel pada bulan Juli dan Agustus 2017. Dengan menggunakan peta T^2 Hotelling individu dan peta M serta indeks kapabilitas, dapat disimpulkan bahwa proses produksi air PDAM Surabaya pada bulan Juli dan Agustus 2017 telah kapabel juga terjadi peningkatan kapabilitas pada bulan Agustus, karena proses terkendali dan indeks kapabilitas (C_p) lebih dari 1 baik pada bulan Juli maupun Agustus 2017. Dalam hal ini indeks C_p pada bulan Juli 3,86 dan bulan Agustus 4,82.

Kata Kunci : Air, Kapabilitas proses, Peta M, Peta T^2 Hotelling Individu

STATISTICAL PROCCES CAPABILITY ANALYSIS OF WATER PRODUCTION PDAM SURABAYA IN 2017

Name : Adinda Nur Aulia Effendi
NRP : 10611500000059
Department : Bussiness Statistics Faculty of Vocations ITS
Supervisor : Dra. Lucia Aridinanti, M.T

Abstract

Water is the most important element of living things. PDAM is a provider, production, and distributor of clean water that is suitable to fulfill needed for daily life people in Indonesia. Water can be consumed if the water does not exceed the limit that has been determined by Permenkes RI no. 492 of 2010. The variable of quality indicator are turbidity and chlor residue. Turbidity of water that does not exceed 5 NTU and chlor residue which is between 0.2 Mg / L to 1 Mg / L. Water in production undergoes several stages of water purification so that water does not contain substances that can be harmful to those who consume. The problem in this research is have the water production process has been controlled statistically in July and August 2017. By using individual T^2 Hotelling control chart and M control chart, then capability process index to know the value of PDAM water production capability index, can be conclude that the water production process in PDAM Surabaya in July and August 2017 has been capable with process improvement in August, because the process has been cotrolled and have capability process index (C_p) more than 1 both in July and August. In this case C_p index in July is 3.86 and in August is 4.82.

Keywords: Capabilty Process, Individual T^2 Hotelling Control Chart, M Chart, Water

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Kapabilitas Proses Statistik pada Produksi Air PDAM Surabaya Tahun 2017**”. Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada

1. Ibu Dra. Lucia Aridinanti, M.T selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan serta memberikan dukungan dan semangat bagi penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, M.T selaku dosen penguji, dosen wali, dan validator serta Ibu Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes selaku dosen penguji, yang telah memberikan saran dan masukan untuk Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Wahyu Wibowo, S.Si., M.Si selaku Kepala Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS yang telah menyediakan fasilitas untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Ir. Sri Pingit Wulandari, M.Si selaku Kepala Program Studi DIII Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS yang telah memberikan saran dan masukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Brodjol Sutijo Suprih Ulama, M.Si selaku Sekretaris Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS yang telah menyediakan fasilitas untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Dosen dan karyawan Departemen Statistika Bisnis ITS yang telah memberikan ilmu dan bantuan sarana prasarana kepada penulis.
7. Ibu Ir. Laurensia Hamrik H. dan Bapak Hendro yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk dapat

melaksanakan Tugas Akhir di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya.

8. Ibu Dra. Sri Rachmawati dan Bapak Yoko Dwi Setiyaka selaku Pembimbing Lapangan di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya yang telah memberikan informasi untuk melengkapi Tugas Akhir ini.
9. Seluruh Karyawan PDAM Surya Sembada Kota Surabaya yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Dukungan ayah, ibu, adik-adik, dan nenek atas doa dan semangat yang telah diberikan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini
11. Mas Alan, Mas Dhani, serta Alumni Jurusan DIII Statistika ITS yang telah berbagi ilmu dan memberikan saran serta motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Teman-teman HIMADATA-ITS 2017/2018, MINBA HIMADATA-ITS 2017/2018, serta SC HIMADATA-ITS 2016/2017 yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
13. Teman-teman HEROES Angkatan 2015 Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS yang telah menjadi tempat memberikan pengalaman dan kenangan selama penulis menempuh pendidikan.
14. Azis, Nafisah, Diza, Dessyana, Aulia, Samto, Ella, Rachma, Nanda, Refita, Linda, Vivi, Vidya, Atika, yang selalu memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah memberikan dukungan dan semangat.

Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran diperlukan penulis agar berguna untuk perbaikan berikutnya.

Surabaya, Juni 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
TITLE PAGE	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Peta T ² <i>Hotteling</i> Individu.....	5
2.1.1 Peta M.....	7
2.1.2 Uji Asumsi	8
a. Pengujian Dependensi Antar Variabel	8
b. Pengujian Normal Multivariat	9
2.2 Pemeriksaan Fase Kerja	10
2.2.1 Asumsi Homogenitas Matriks Varians Kovarians	10
2.2.2 <i>Multivariate Analysis of Variance</i> (MANOVA).....	11
2.3 Indeks Kapabilitas Proses.....	12
2.4 Diagram <i>Pareto</i>	13
2.5 Diagram <i>Ishikawa</i>	14
2.6 Air.....	15
2.7 Proses Produksi Air	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Variabel Penelitian	19

	Halaman
3.2 Teknik Pengambilan Data	20
3.3 Langkah Analisis	21
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Kapabilitas pada Fase I.....	23
4.1.1 Deskripsi Data Produksi pada Fase I	23
4.1.2 Uji Asumsi pada Fase I	24
a. Pengujian Dependensi Variabel pada Fase I	24
b. Pengujian Distribusi Normal Multivariat pada Fase I ..	25
4.1.3 Peta M Proses Produksi pada Fase I.....	25
4.1.4 Peta T^2 <i>Hotelling</i> Individu Produksi Fase I.....	27
4.1.5 Indeks Kapabilitas Proses Produksi pada Fase I.....	28
4.2 Analisis Kapabilitas pada Fase II	28
4.2.1 Pemeriksaan Fase Kerja.....	28
a. Homogenitas Matriks Varians Kovarians	29
b. Uji MANOVA	29
4.2.2 Uji Asumsi pada Fase II.....	32
a. Pengujian Dependensi Variabel Produksi pada Fase II.	32
b. Pengujian Distribusi Normal Multivariat pada Fase II.	32
4.2.3 Peta M Produksi pada Fase II.....	33
4.2.4 Peta T^2 <i>Hotelling</i> Individu Produksi pada Fase II	35
4.2.5 Indeks Kapabilitas Proses Produksi pada Fase II.....	36
4.3 Faktor-Faktor Penyebab	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	43
BIODATA PENULIS	61

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Struktur Data T^2 <i>Hotteling</i> Individu	6
Tabel 2.2 MANOVA	11
Tabel 2.3 Distribusi <i>Wilks' Lambda</i>	12
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	20
Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian.....	20
Tabel 4.1 Karakteristik Produksi pada Fase I.....	23
Tabel 4.2 Karakteristik Produksi pada Fase II.....	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Diagram <i>Pareto</i> 14
Gambar 2.2	Diagram Sebab Akibat..... 14
Gambar 2.3	Proses Produksi PDAM Surabaya 17
Gambar 3.1	Diagram Alir..... 21
Gambar 4.1	Peta M Fase I 26
Gambar 4.2	Perbaikan Peta M Fase I 26
Gambar 4.3	Peta T ² <i>Hotelling</i> Individu Fase I 27
Gambar 4.4	Diagram Batang <i>Turbidity</i> 31
Gambar 4.5	Diagram Batang Sisa <i>Chlor</i> 31
Gambar 4.6	Peta M Fase II..... 33
Gambar 4.7	Perbaikan Peta M Fase II..... 34
Gambar 4.8	Peta T ² <i>Hotelling</i> Individu Fase II 35
Gambar 4.9	Diagram <i>Pareto</i> 37
Gambar 4.10	Diagram <i>Ishikawa</i> 38

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Produksi Air di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Bulan Juli-Agustus 2017	43
Lampiran 2. <i>Output</i> Karakteristik Data Produksi Air di PDAM Surabaya Pada Bulan Juli 2017	44
Lampiran 3. <i>Output</i> Karakteristik Data Produksi Air di PDAM Surabaya Pada Bulan Agustus 2017....	44
Lampiran 4. <i>Output</i> Dependensi Antar Variabel Pada Bulan Juli 2017	45
Lampiran 5. <i>Output</i> Dependensi Antar Variabel Pada Bulan Agustus 2017.....	45
Lampiran 6. <i>Syntax</i> Pengujian Distribusi Normal Multivariat	45
Lampiran 7. <i>Output</i> Pengujian Distribusi Normal Multivariat Juli 2017	46
Lampiran 8. <i>Output</i> Pengujian Distribusi Normal Multivariat Agustus 2017	46
Lampiran 9. <i>Output</i> Uji Homogenitas	47
Lampiran 10. <i>Output</i> Uji MANOVA	47
Lampiran 11. <i>Syntax</i> Analisis Peta M.....	48
Lampiran 12. <i>Output</i> Analisis Peta M Fase I	50
Lampiran 13. <i>Output</i> Analisis Peta M Fase II	51
Lampiran 14. <i>Syntax</i> Analisis Peta T^2 Hotelling Individu.....	52
Lampiran 15. <i>Output</i> Peta T^2 Hotelling Individu Fase I.....	54
Lampiran 16. <i>Output</i> Peta T^2 Hotelling Individu Fase II	55
Lampiran 17. <i>Syntax</i> Analisis Indeks Kapabilitas Proses.....	56
Lampiran 18. Surat Penerimaan di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya.....	58
Lampiran 19. Surat Pernyataan Keaslian Data	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan salah satu unsur penting yang ada di bumi yang sangat dibutuhkan oleh semua jenis makhluk hidup. Permasalahan di lingkungan Surabaya yang dominan saat ini adalah peningkatan populasi yang menyebabkan kepadatan penduduk sehingga kebutuhan air layak konsumsi menjadi meningkat. Oleh karena itu diperlukan suatu instansi untuk memproduksi air yang layak konsumsi untuk masyarakat, yaitu PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum). PDAM Surya Sembada Surabaya merupakan salah satu unit usaha milik daerah yang bergerak dalam industri air bersih bagi masyarakat umum. PDAM menyediakan, memproduksi dan mendistribusikan air bersih yang layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan kehidupan sehari-hari bagi masyarakat Indonesia sesuai dengan visi dan misi perusahaan. Air layak dikonsumsi adalah menurut Standar Peraturan Menteri Kesehatan RI no 492 tahun 2010, apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi, dan radioaktif yang tidak berada diluar batas yang telah ditentukan yang memuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. PDAM terdapat di setiap provinsi, kabupaten, kotamadya di seluruh Indonesia (PDAM, 2012).

PDAM Surabaya dalam menentukan kualitas air produksi, melakukan analisis secara fisik yaitu dengan melihat pada kekeruhan, temperatur, warna, bau, dan rasa, secara kimiawi yaitu dengan mengamati kandungan PH serta zat-zat organik, dan secara biologi yaitu melihat apakah terdapat bakteri atau tidak, dimana bakteri tersebut adalah bakteri merugikan yang dapat menyebabkan penyakit diare, tipus, dan lainnya

Kualitas air produksi PDAM Surabaya berubah-ubah karena beberapa faktor. Salah satunya adalah memiliki tingkat kontaminasi yang tinggi akibat limbah industri dan domestik, sehingga air sungai menjadi keruh. Apabila musim hujan terjadi

kekeruhan yang terlihat, sehingga menyebabkan perubahan warna. Kekeruhan terjadi akibat adanya endapan pasir, lumpur, tanah liat, dan polusi sehingga air tidak bening atau berwarna coklat. Namun apabila pada musim kemarau, terjadi kekeruhan yang tidak terlihat dikarenakan adanya polusi yang bercampur dengan air. Pada tahun 2017 dapat diketahui bahwa air sungai di Surabaya berwarna coklat, yang artinya sungai tersebut mengalami kekeruhan. Kekeruhan dapat dihilangkan dengan cara menambahkan bahan kimia, salah satunya adalah *chlor*. Namun apabila pemberian *chlor* terlalu banyak maka menyebabkan air tidak layak dikonsumsi serta menimbulkan bau dan rasa tidak sedap. Pada musim kemarau pemberian *chlor* lebih banyak daripada musim hujan karena dikhawatirkan adanya polusi, walaupun air bening tetapi masih terdapat endapan polusi. Sehingga batas spesifikasi tingkat kekeruhan air produksi adalah maksimal 5 NTU dan sisa *chlor* maksimal 1 Mg/L, jika lebih dari itu akan mengakibatkan racun pada produksi air tersebut.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Wardoyo (2013) dengan kesimpulan bahwa dari keempat variabel tersebut masih terdapat proses yang belum terkendali secara statistik. Penelitian yang dilakukan oleh Melati (2017) didapatkan hasil bahwa variabilitas proses pada proses produksi air masih terdapat proses yang belum terkendali secara statistik, dimana nilai indeks kapabilitas proses masih belum kapabel. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan Wardhani (2017) dapat diketahui bahwa dengan adanya fase I dan fase II, proses produksi telah terkendali akan tetapi nilai indeks kapabilitas proses masih belum kapabel. Penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap kualitas produksi air PDAM Surabaya pada fase I dan fase II sehingga peta kendali multivariat karena variabel yang diukur lebih dari satu, yaitu menggunakan Peta M untuk mengetahui variabilitas proses dan menggunakan peta T^2 Hotelling Individu untuk mengetahui apakah proses produksi air telah terkendali secara statistik atau belum dimana fase I dan fase II untuk melihat apakah terdapat pergeseran proses produksi atau tidak.

1.2 Rumusan Masalah

Air sungai di Surabaya pada tahun 2017 sudah tercemar oleh limbah sehingga menyebabkan tingkat kekeruhan tinggi. Hal ini diketahui dari hasil uji lab yang dilakukan oleh PDAM serta Dinas Kesehatan Kota Surabaya, sehingga proses yang ekstra ketat harus dilakukan. Tingkat Kekeruhan air produksi menurut Standar Peraturan Menteri Kesehatan RI no 492 tahun 2010 adalah maksimal 5 NTU dan sisa *chlor* maksimal 1 Mg/L. Permasalahan dalam penelitian ini adalah apakah kualitas produksi air di PDAM Surabaya telah kapabel atau belum pada tahun 2017 sehingga dapat diketahui produksi air layak digunakan oleh masyarakat Surabaya.

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah.

1. Menganalisis kapabilitas proses air PDAM Surabaya tahun 2017
2. Mengetahui faktor-faktor penyebab dari proses produksi air yang keluar dari batas spesifikasi

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai indikator apa yang menjadi penyebab produksi air di PDAM Surabaya yang melebihi batas spesifikasi, serta dapat menjadi bahan evaluasi untuk meningkatkan kualitas air produksi yang bersih sehingga layak dikonsumsi masyarakat dan memenuhi syarat yang ditentukan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah data produksi air di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya bulan Juli 2017 - Agustus 2017. Variabel yang digunakan kekeruhan, temperatur, warna, bau, dan rasa, kandungan PH, zat-zat organik, dan melihat apakah terdapat bakteri atau tidak. Dalam penelitian ini digunakan dua variabel yaitu

kekeruhan (*turbidity*) dan sisa *chlor*, sebab kedua variabel tersebut terdapat pengamatan yang melebihi batas spesifikasi yang ditentukan dan saling berhubungan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Suatu proses dikatakan kapabel apabila proses produksi telah terkendali secara statistik dan nilai indeks kapabilitas (C_p) bernilai lebih dari satu. Untuk mengetahui apakah proses terkendali atau tidak, digunakan peta T^2 *Hotteling* individu karena variabel yang diukur lebih dari satu dan saling berkorelasi. Peta M digunakan untuk mengontrol variabilitas proses dan peta T^2 *Hotteling* individu digunakan untuk mengendalikan *mean* proses produksi. Berikut akan diuraikan prinsip analisis peta T^2 *Hotteling* individu dan peta M, perhitungan indeks kapabilitas, dan metode perbandingan dua populasi untuk menguji pergeseran dua fase.

2.1 Peta T^2 *Hotteling* Individu

Peta T^2 *Hotteling* individu merupakan peta yang digunakan untuk mengendalikan *mean* proses produksi apakah sudah terkendali secara statistik atau belum dimana untuk pengamatan individu terdapat lebih dari satu Karakteristik kualitas dan berkorelasi (Montgomery, 2013). Struktur data peta T^2 *Hotelling* dapat dilihat pada Tabel (2.1).

Langkah awal untuk membuat peta T^2 *Hotelling* individu adalah menentukan plot data seperti pada Persamaan (2.1) berikut.

$$T_i^2 = (x_{ij} - \bar{x}_{.j})' S_h^{-1} (x_{ij} - \bar{x}_{.j}) \quad (2.1)$$

Dimana,

$$S_h = \frac{1}{2} \frac{V'V}{(m-1)} \quad (2.2)$$

$$V = \begin{bmatrix} (X_{2j} - X_{1j})' \\ (X_{3j} - X_{2j})' \\ \vdots \\ (X_{mj} - X_{(m-1)j})' \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, \dots, m-1 \quad (2.3)$$

Setelah diperoleh nilai pada Persamaan (2.1), maka menentukan batas kendali atas dan batas kendali bawah. Terdapat dua batas kendali yaitu batas kendali fase I dan batas kendali fase II. Batas kendali fase I digunakan untuk mengetahui apakah *mean* proses pada fase I telah terkendali secara statistik atau belum, jika telah terkendali secara statistik maka batas kendali pada fase I digunakan untuk fase II. Perhitungan nilai Persamaan (2.4) sebagai berikut.

$$BKA = \frac{(m-1)^2}{m} \beta_{\alpha, p/2, (m-p-1)/2} \quad (2.4)$$

$$BKB = 0$$

Batas kendali fase II digunakan ketika *mean* proses pada fase I belum terkendali secara statistik maka perlu dibuat batas kendali baru pada fase II untuk mengetahui apakah *mean* proses pada fase II telah terkendali secara statistik atau belum. Batas kendali fase II dapat dilihat pada Persamaan (2.5) sebagai berikut.

$$BKA = \frac{p(m+1)(m-1)}{m^2 - mp} F_{\alpha, p, m-p} \quad (2.5)$$

$$BKB = 0$$

Tabel 2.1 Struktur data T^2 Hotelling Individu

Sampel ke - i	Karakteristik kualitas ke - j				
	X_1		X_j		X_p
1	X_{11}	...	X_{1j}	...	X_{1p}
2	X_{21}	...	X_{2j}	...	X_{2p}
:	...	..	...	..	...
i	X_{i1}	..	X_{ij}	..	X_{ip}
:	...	..	...	..	...
m	X_{m1}	..	X_{mj}	..	X_{mp}
Rata-rata	$\bar{X}_{.1}$	..	$\bar{X}_{.j}$	..	$\bar{X}_{.p}$
varians	$S_{.1}^2$	...	$S_{.j}^2$	...	$S_{.p}^2$

Sebelum menganalisis peta T^2 *Hottelling* individu, dilakukan analisis peta M dimana asumsi yang harus dipenuhi adalah antar variabel berkorelasi dan berdistribusi normal multivariat.

2.1.1 Peta M

Peta M merupakan peta untuk mengontrol variabilitas proses pada proses multivariat dengan pengamatan sampel individu. Peta M memiliki nilai statistik berdasarkan pada rumus $x_{(i+l).j}$ yang diperoleh dari matriks $\mathbf{V}$.

Plot data pada peta M, batas kendali atas, dan batas kendali bawah dapat diperoleh dengan Persamaan (2.6), (2.7), (2.8).

$$M_i = \frac{1}{2} (x_{(i+l).j} - x_{ij}) S^{-1} (x_{(i+l).j} - x_{ij}) \quad (2.6)$$

Dimana nilai S didapatkan dari persamaan (2.12), dengan nilai BKA dan BKB pada peta kendali M dapat dilihat dari persamaan (2.7) dan (2.8) sebagai berikut.

$$BKA = \chi^2_{(p, \alpha/2)} \quad (2.7)$$

$$BKB = \chi^2_{(p, 1-\alpha/2)} \quad (2.8)$$

Keterangan

BKA : Batas Kendali Atas

BKB : Batas Kendali Bawah

i : 1,2,3, ... , m

j : 1,2,3, ... , p

Peta M memiliki batas kendali atas dan batas kendali bawah berupa nilai dari distribusi *chi-square*. jika plot pada peta M berada diantara batas atas dan batas bawah maka variabel proses telah terkendali secara statistik dan dapat dilanjutkan dengan pembuatan peta T^2 *Hotelling Individu* (Khoo & Quah, 2003).

2.1.2 Uji Asumsi

Uji asumsi yang dipenuhi dalam analisis kali ini adalah pengujian dependensi antar variabel dan pengujian distribusi normal multivariat.

a. Pengujian Dependensi Antar Variabel

Pengujian dependensi antar variabel menggunakan uji *pearson* untuk mengetahui apakah variabel saling berhubungan atau tidak, dimana variabel yang digunakan hanya dua. Nilai koefisien korelasi berada diantara -1 hingga 1. Jika nilai korelasi 1 atau -1 maka terdapat hubungan atau keterkaitan yang kuat antar variabel baik hubungan negatif maupun hubungan positif, apabila nilai korelasi mendekati nol, maka hubungan antar kedua variabel lemah atau tidak ada hubungan, dengan hipotesis sebagai berikut (Walpole dkk, 2012).

Hipotesis :

$H_0 : \rho = 0$ (variabel saling independen)

$H_1 : \rho \neq 0$ (variabel saling dependen)

Taraf signifikan : α

Statistik uji :

$$t_{hitung} = \frac{r_{x_1, x_2} \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{x_1, x_2}^2}} \quad (2.9)$$

Dimana

$$r_{x_1, x_2} = \frac{n \sum_{j=1}^m x_{1j} x_{2j} - (\sum_{j=1}^m x_{1j})(\sum_{j=1}^m x_{2j})}{\sqrt{\left[n \sum_{j=1}^m x_{1j}^2 - (\sum_{j=1}^m x_{1j})^2 \right] \left[n \sum_{j=1}^m x_{2j}^2 - (\sum_{j=1}^m x_{2j})^2 \right]}} \quad (2.10)$$

Keterangan

m = banyaknya pengamatan

r = koefisien korelasi ukuran sampel

Daerah penolakan : H_0 ditolak jika $t_{hitung} > t_{\alpha(m-2)}$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa variabel saling dependen atau terdapat korelasi antar variabel.

b. Pengujian Normal Multivariat

pengujian distribusi normal multivariat merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Distribusi ini digunakan pada data yang saling berhubungan (dependen).

Ada 2 cara untuk melakukan pemeriksaan distribusi normal multivariat. Pertama yaitu dengan pemeriksaan proporsi dari data, apabila nilai $d_i^2 \leq \chi_{(p;\alpha)}^2$ berada diantara 50% dari jumlah sampel pengamatan maka sebaran data dikatakan mengikuti distribusi normal multivariat, cara memperoleh nilai d_i^2 sesuai pada Persamaan (2.11) (Johnson dan Whincern, 2007).

Cara kedua yaitu dengan pemeriksaan *Chi-Square Plot* yang dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut

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

$$d_i^2 = (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_j)' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{x}_{ij} - \bar{\mathbf{x}}_j) \quad (2.11)$$

dimana

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} s_{.1}^2 & s_{12} & \cdots & s_{ip} \\ s_{12} & s_{.2}^2 & \cdots & s_{ip} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{1p} & s_{2p} & \cdots & s_{.p}^2 \end{pmatrix} \quad (2.12)$$

dengan :

$i = 1, 2, \dots, m$ dimana m merupakan jumlah sampel

$j = 1, 2, \dots, p$ dimana p merupakan jumlah karakteristik kualitas

$\mathbf{x}_{ij}$ = vektor objek pengamatan ke- i , karakteristik kualitas ke- j

$\bar{\mathbf{x}}_j$ = vektor rata-rata karakteristik kualitas ke- j

2. Mengurutkan nilai d_i^2 dari terkecil hingga terbesar
3. Menentukan nilai q pada Persamaan (2.18)

$$q = \chi_{(p\{n-j+0,5\}/n)}^2 \quad (2.13)$$

4. Membuat *Chi-square Plot* antara d_i^2 dan q .

Variabel dikatakan berdistribusi normal multivariat dengan cara melihat dimana plot membentuk garis linier, berarti dapat dikatakan bahwa data tersebut memenuhi asumsi distribusi multivariat normal.

2.2 Pemeriksaan Fase Kerja

Pemeriksaan fase kerja untuk mengetahui apakah fase I dan fase II terdapat pergeseran rata-rata proses atau tidak. Asumsi yang digunakan adalah uji homogenitas untuk melihat apakah matriks varian kovarians homogen atau tidak. Apabila matriks varian kovarians homogen maka akan dilanjutkan dengan uji MANOVA, namun apabila matriks varian kovarians tidak homogen maka akan dilanjutkan dengan uji *Bahren-Fisher*.

2.2.1 Asumsi Homogenitas Matriks Varian Kovarians

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

$$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2$$

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

Statistik Uji :

$$C = (1 - u)R \quad (2.14)$$

Dimana

$$u = \left[\sum_{\ell} \frac{1}{(n_{\ell} - 1)} - \frac{1}{\sum_{\ell} (n_{\ell} - 1)} \right] \left[\frac{2p^2 + 3p - 1}{6(p + 1)(g - 1)} \right] \quad (2.15)$$

$$R = \left[\sum_{\ell} (n_{\ell} - 1) \right] \ln |S_{pooled}| - \sum_{\ell} \sum_{\ell} [(n_{\ell} - 1) \ln |S_{\ell}|] \quad (2.16)$$

$$S_{pooled} = \frac{1}{\sum_{\ell=1}^g (n_{\ell} - 1)} \{ (n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2 + \dots + (n_g - 1)S_g \} \quad (2.17)$$

Daerah penolakan : H_0 ditolak jika $C > \chi^2_{p(p+1)(g-1)/2; \alpha}$

2.2.2 Multivariate Analysis of Variance (MANOVA)

Asumsi homogenitas varians kovarians yang terpenuhi maka dilanjutkan dengan analisis MANOVA. Analisis MANOVA untuk mengetahui apakah suatu proses kerja terdapat pergeseran rata-rata proses atau tidak (Johnson dan Whincern, 2007). Analisis MANOVA dapat dilihat pada Persamaan (2.18) dengan hipotesis sebagai berikut :

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

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

Statistik Uji :

$$\Lambda^* = \frac{|W|}{|B + W|} \quad (2.18)$$

Dimana susunan tabel MANOVA dapat dilihat pada Tabel (2.2) sebagai berikut.

Tabel 2.2 MANOVA

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

Daerah Penolakan : H_0 ditolak jika $F_{hitung} > F_{(\alpha; df1; df2)}$

Setelah diperoleh nilai *Wilk's Lambda* maka selanjutnya adalah menghitung nilai F_{hitung} , dimana distribusi sampling *Wilk's Lambda* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Distribusi *Wilks' Lambda*

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

2.3 Indeks Kapabilitas Proses

Indeks Kapabilitas proses adalah kemampuan suatu proses untuk beroperasi sesuai dengan standar yang ditentukan. Salah satu analisis yang digunakan adalah analisis kapabilitas proses multivariat, dimana diperlukan syarat bahwa peta multivariat sudah dalam keadaan terkendali dan asumsi multivariat juga telah terpenuhi. Indeks kapabilitas proses multivariat dapat dilihat pada Persamaan (2.19) sebagai berikut (Kotz & Johnson, 1993).

Apabila peta telah terkendali dan asumsi telah terpenuhi maka analisis kapabilitas proses dapat dilakukan dengan

menentukan indeks kapabilitas proses. Nilai indeks kapabilitas proses (C_p) dapat diperoleh dari Persamaan (2.19).

$$C_p = \frac{K}{\chi^2_{1-\alpha, p}} \left[\frac{(m-1)p}{S} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.19)$$

dengan

$$S = \sum_{i=1}^m (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}})' \mathbf{A}^{-1} (\mathbf{x}_j - \bar{\mathbf{x}}) \quad (2.20)$$

$$\mathbf{A}^{-1} = (\mathbf{x}'_{ij} \mathbf{x}_{ij})^{-1} \quad (2.21)$$

$$\mathbf{K}^2 = (\bar{x}_{ij} - \xi_j)' \mathbf{S}^{-1} (\bar{x}_{ij} - \xi_j) \quad (2.22)$$

$$\xi = \frac{1}{2} (BSA + BSB) \quad (2.23)$$

Keterangan :

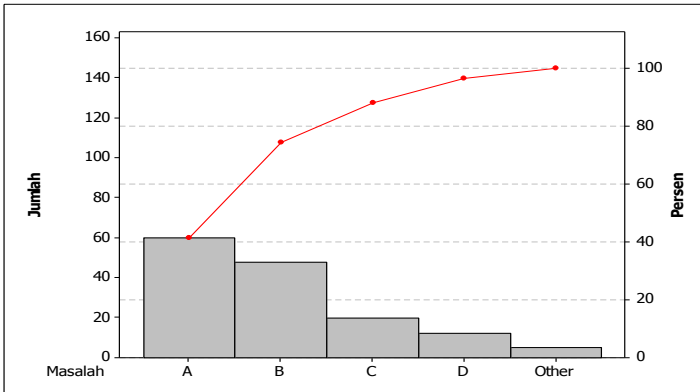
m = jumlah pengamatan yang telah terkendali

Ketentuan interpretasi dari C_p adalah :

1. Jika $C_p = 1$ maka proses dalam keadaan cukup baik
2. Jika $C_p > 1$ maka proses dalam keadaan sangat baik
3. Jika $C_p < 1$ maka proses dalam keadaan kurang baik, dimana sebaran pengamatan berada diluar batas kendali.

2.4 Diagram Pareto

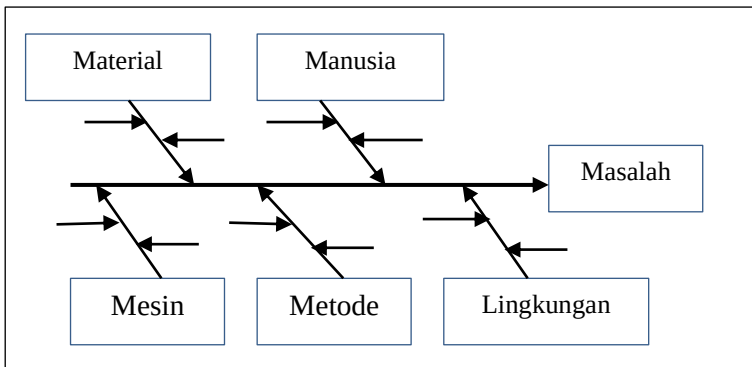
Diagram pareto adalah metode pengorganisasian kesalahan atau cacat untuk membantu memfokuskan pada usaha-usaha pemecahan masalah. Diagram ini digunakan untuk mengklasifikasi masalah menurut sebab dan gejalanya. Masalah akan didiagramkan menurut prioritas atau kepentingannya dengan menggunakan diagram batang. Diagram pareto menyatakan 80% permasalahan perusahaan merupakan hasil dari penyebab yang 20% saja, artinya dari semua masalah yang ada, hanya sedikit yang sering terjadi, sedangkan yang lainnya jarang terjadi (Heizer & Render, 2008).



Gambar 2.1 Diagram Pareto

2.5 Diagram Ishikawa

Diagram tulang ikan digunakan untuk mencari akar penyebab permasalahan, disusun oleh faktor-faktor penyebab permasalahan yang seperti rangkaian tulang ikan dengan masalah sebagai kepalanya. Untuk memudahkan mencari faktor-faktor penyebab, pada umumnya faktor-faktor tersebut dikelompokkan ke dalam 5 faktor utama, yaitu 4M+1E yaitu *material*, *man*, *methode*, *machine*, dan *enviromtent* (Montgomery, 2013).



Gambar 2.2 Diagram Sebab Akibat

2.6 Air

Air merupakan sumber daya alam yang dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Bahkan dapat dipastikan tanpa pengembangan sumber daya air secara konsisten peradaban manusia tidak akan mencapai tingkat yang dinikmati sampai saat ini (Effendi, 2003). Sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup yang lain.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 persyaratan kualitas air minum adalah sebagai berikut.

1. Syarat fisik, meliputi warna, bau, rasa, kekeruhan, temperatur, dan daya hantar listrik.
2. Syarat kimia, meliputi pH, kesadahan, besi, mangan, seng, chlorida, aluminium, seng, sulfat, tembaga, dan ammonia
3. Syarat biologi, meliputi bebas dari bakteri E. Coli dan bakteri Koliform

2.7 Proses Produksi Air

Pengolahan air minum di PDAM Surya Sembada dikenal dua jenis pengolahan yaitu pengolahan fisik yang merupakan pengolahan untuk mengurangi kotoran kasar seperti zat organik dan limbah, kemudian pengolahan kimiawi adalah pengolahan untuk menghilangkan kotoran di dalam air dan memperbaiki unsur kimia yang tidak dikehendaki (PDAM, 2012).

Proses pengolahan air minum terdiri dari beberapa proses yang harus dilakukan sebagai berikut :

1. Aerasi
Aerasi adalah proses pengolahan pendahuluan dimana gas dilepaskan dari air atau diserap atau dilarutkan yang bertujuan untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut.
2. Prasedimentasi
Prasedimentasi adalah proses pengendapan secara gravitasi untuk memisahkan benda-benda yang tersuspensi yang terdiri dari pasir kasar, pasir halus, lumpur yang sangat halus dari air baku. Proses ini sangat efektif untuk air baku dengan kekeruhan tinggi.

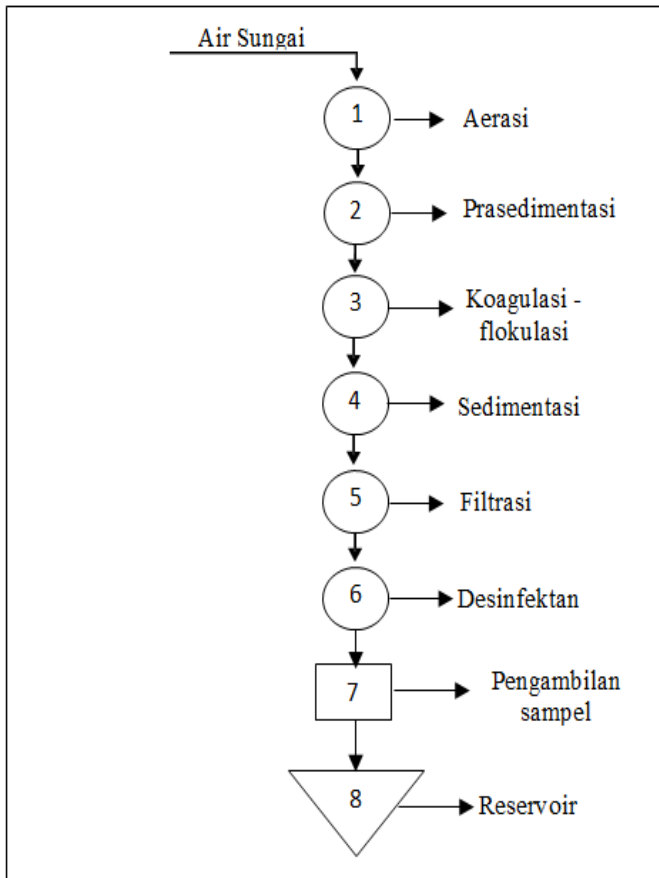
3. Koagulasi
Partikel koloid adalah partikel yang bermuatan listrik negatif yang sangat stabil. Koagulasi dalam proses air minum didefinisikan sebagai proses dimana partikel koloid didestabilkan dan dinetralkan muatan listriknya. Produk yang digunakan untuk netralisasi disebut koagulan. Koagulan yang digunakan adalah $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
4. Flokulasi
Flokulasi adalah proses pembentukan partikel flok hasil penggabungan partikel-partikel kecil dengan cara pengadukan. Produk yang ditambahkan dalam proses flokulasi disebut flokulan yang dapat mempercepat laju reaksi atau dapat meningkatkan mutu partikel flok yang terbentuk sehingga lebih padat dan tidak mudah pecah. Efektifitas proses flokulasi ini sangat bergantung pada efektifitas proses koagulasi.
5. Sedimentasi
Sedimentasi adalah proses dimana partikel flok yang semakin besar volume dan beratnya diendapkan secara gravitasi di bak sedimentasi. Pada proses ini juga dilakukan pembunuhan polimer.
6. Filtrasi
Partikel tersuspensi dan partikel koloid yang tidak dapat dipisahkan pada proses sebelumnya dipisahkan dengan proses saringan pasir cepat yaitu proses penyaringan dengan media granular. Umumnya adalah pasir untuk *single* media, serta pasir dan antrasit untuk dual media. Permisahan partikel ini terjadi karena proses kimiawi dan fisis.
7. Desinfektan
Tujuan utama desinfektan adalah untuk memenuhi persyaratan bakteriologi air minum, yaitu bebas dari bakteri patogen. Desinfektan yang umum digunakan adalah gas *chlor* dengan waktu kontak 20 – 30 menit dengan sisa *chlor* minimal 0,2 mg/ dititik terjauh.pengambilan sampel

dilakukan setelah proses desinfektan yaitu dengan *jar test*. Air akan diambil sebanyak 5ml lalu diletakkan di Nephelometer yang kemudian akan diketahui apakah air tersebut keruh atau tidak.

8. Reservoir

Air yang sudah didesinfeksi dimasukkan dalam tendon air kemudian didistribusikan ke pelanggan.

Berikut merupakan proses produksi air PDAM Surabaya pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Proses Produksi PDAM Surabaya

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. X_1 : Kekeruhan air produksi (*Turbidity*)
Air produksi merupakan air yang sudah melewati proses produksi seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.3. kekeruhan air dapat disebabkan oleh *clay* pasir, zat organik dan anorganik yang halus, plankton dan mikroorganisme lainnya. Alat untuk mengukur kekeruhan adalah Nephelometer dengan *jar test*, air sebanyak 5 ml diambil lalu diletakkan di Nephelometer. Standar kekeruhan air ditetapkan antara 0 – 5 NTU (Nephelometric Turbidity Unit) dan bila melebihi batas yang telah ditetapkan akan menyebabkan mengganggu estetika dan mengurangi efektivitas desinfeksi air (PDAM Gresik, 2016).
2. X_2 : Sisa *chlor*
Chlor merupakan unsur kimia dari golongan VIIa (halogen). Fungsi *chlor* adalah untuk menjernihkan air dan sebagai desinfektan dalam penyediaan air minum untuk menghilangkan mikroorganisme. Satuan sisa *chlor* adalah Mg/L dengan batas spesifikasi sebesar 0,2 Mg/L sampai 1 Mg/L. Apabila kurang dari batas spesifikasi maka *chlor* tidak berfungsi dan jika melebihi batas spesifikasi akan mengakibatkan bau dan rasa yang tidak sedap (Effendi, 2003)

Berikut adalah rangkuman yang dapat dijelaskan pada Tabel 3.1 mengenai skala pengukuran, spesifikasi, dan satuan dari masing-masing variabel yang akan diteliti.

Kedua variabel saling berpengaruh karena kekeruhan pada air produksi dapat mempengaruhi kebutuhan *chlor*. Kekeruhan air produksi dapat dihilangkan dengan *chlor*. *Chlor* berfungsi untuk menjernihkan air agar air tidak menimbulkan bau yang tidak

sedap. Kekeruhan air produksi semakin besar maka *chlor* yang dibutuhkan akan semakin banyak sehingga sisa *chlor* pada air produksi akan banyak pula (Effendi, 2003).

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Variabel	Jenis ketidakseuaian	Skala Pengukuran	Spesifikasi	Satuan
X_1	Kekeruhan air produksi (<i>Turbidity</i>)	Rasio	0 – 5	Skala NTU
X_2	Sisa <i>chlor</i>	Rasio	0,2 - 1	Mg/L

3.2 Teknik Pengambilan Data

Data yang diperoleh dari penelitian ini adalah data sekunder berdasarkan Gambar 2.3. Hasil uji data sekunder hasil laboratorium parameter kualitas produksi air di Instalasi Penjernihan Air Minum (IPAM) Ngagel I PDAM Surabaya yang diperoleh dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Jl. Mayjend Prof. Dr. Moestopo No. 2 Surabaya bagian pengendalian proses. Surat izin pengambilan data dan surat keaslian data dapat dilihat di Lampiran 18 dan 19. Pengambilan sampel dilakukan satu kali dalam setiap hari yaitu pada saat pagi hari. Data diambil dari bulan Juli – Agustus 2017 dikarenakan pada bulan Juli dan Agustus adalah musim kemarau sehingga memiliki kekeruhan air produksi yang banyak namun tidak nampak. Bulan Juli sebagai fase I dan bulan Agustus sebagai fase II. Berikut merupakan struktur data penelitian pada fase I dan fase II ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Struktur Data Penelitian

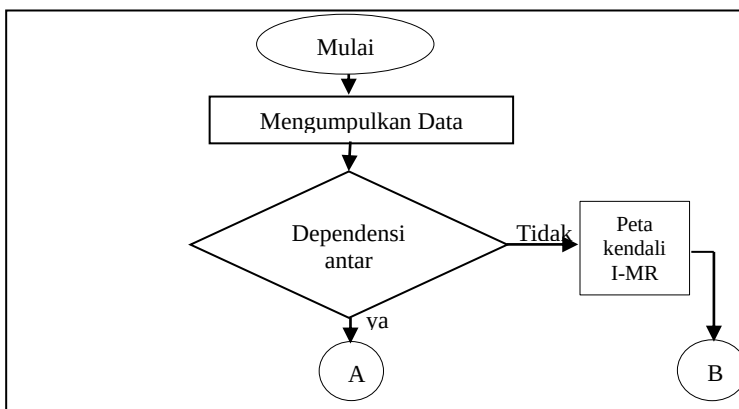
Sampel hari ke – i	Karakteristik kualitas ke – j	
	Kekeruhan air produksi (X_1)	Sisa <i>chlor</i> (X_2)
1	x_{11}	x_{12}
2	x_{21}	x_{22}
:	:	:
i	x_{i1}	x_{i2}
:	:	:
m	x_{m1}	x_{m2}

3.3 Langkah Analisis

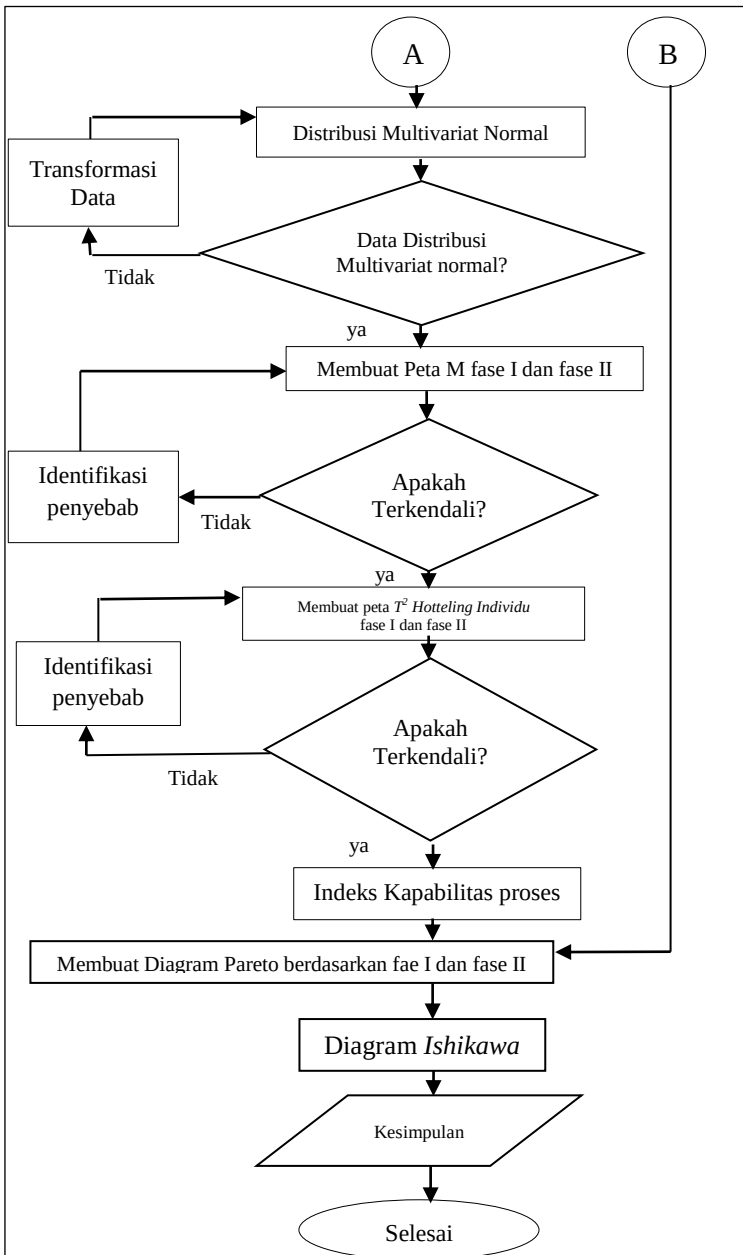
Langkah analisis yang dilakukan dalam menganalisis data adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi karakteristik data menggunakan statistika deskriptif
2. Melakukan analisis dependensi antar variabel pada
3. Melakukan Pengujian normal multivariat
4. Menganalisis variasi apakah terkendali atau tidak dengan peta M pada Persamaan (2.6). Peta M yang telah terkendali, dapat dilanjutkan dengan menganalisis rata-rata proses dengan peta T^2 *Hotteling Individu* dengan Persamaan (2.1) pada fase I
5. Menentukan indeks kapabilitas proses produksi air
6. Mengulangi langkah 4 dan 5 pada fase II
7. Membandingkan dua fase untuk melihat apakah terdapat pergeseran proses
8. Membuat diagram pareto untuk mengetahui masalah utama berdasarkan plot-plot yang keluar dari batas spesifikasi
9. Membuat diagram *ishikawa* untuk mencari akar permasalahan dari hasil diagram pareto
10. Kesimpulan dan saran

Langkah analisis dalam penelitian ini dapat disajikan pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir (lanjutan)

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas mengenai analisis proses produksi air PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. Analisis yang dilakukan terbagi menjadi dua fase, yaitu produksi air pada bulan Juli 2017 sebagai fase I dan bulan Agustus 2017 sebagai fase II. Analisis dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi pergeseran rata – rata proses atau tidak.

4.1 Analisis Kapabilitas pada Fase I

Analisis kapabilitas pada fase I, variabel yang digunakan terdapat dua karakteristik kualitas. Pengujian asumsi dilakukan terlebih dahulu yaitu pengujian dependensi untuk mengetahui apakah tiap karakteristik kualitas terdapat hubungan atau tidak dan pengujian normal multivariat, dimana akan dilanjutkan dengan membuat Peta T^2 *hotteling* individu dan menghitung nilai indeks kapabilitas proses.

4.1.1 Deskripsi Data Produksi pada Fase I

Karakteristik data produksi air PDAM Surya Sembada Kota Surabaya pada fase I disajikan pada Tabel 4.1 dan Lampiran 2 dimana karakteristik kualitas yang digunakan adalah kekeruhan air produksi dan sisa *chlor* dan data yang dianalisis terdapat pada Lampiran 1.

Tabel 4.1 Karakteristik Produksi pada Fase I

Karakteristik Kualitas	Rata-Rata	Nilai min.	Nilai maks.	BSA	BSB
<i>Turbidity</i>	1,007	0,63	1,61	5 NTU	0 NTU
Sisa <i>Chlor</i>	0,972	0,49	1,37	1 Mg/L	0,2 Mg/L

Tabel 4.1 mengenai karakteristik data produksi air PDAM Surya Sembada Kota Surabaya pada fase I, menjelaskan bahwa dari dua karakteristik kualitas, rata-rata data *turbidity* adalah 1,007 NTU dimana 50% data berada diantara 0,63 NTU sampai dengan 1,61 NTU dan sisa *chlor* memiliki rata-rata sebesar 0,972 Mg/L berada diantara 0,49 Mg/L sampai dengan 1,37 Mg/L.

Dapat diketahui bahwa nilai Batas Spesifikasi Bawah (BSB) dan Batas Spesifikasi Atas (BSA) yang telah ditentukan oleh perusahaan serta pemerintah, maka sisa *chlor* memiliki nilai pengamatan yang diluar batas spesifikasi jika dilihat dari nilai maksimum sisa *chlor*, yaitu sebesar 1,37 Mg/L dimana melebihi nilai batas spesifikasi atas sebesar 1 Mg/L.

4.1.2 Uji Asumsi pada Fase I

Uji asumsi pada fase I adalah menguji independensi variabel dan pemeriksaan distribusi normal multivariat, dimana sebagai berikut.

a. Pengujian Dependensi Variabel pada Fase I

Dependensi antar variabel dilakukan untuk mengetahui apakah antara variabel yang digunakan yaitu *turbidity* dan sisa *chlor* saling berhubungan atau tidak. Hipotesis dan hasil pengujian menggunakan metode *pearson* adalah sebagai berikut.

Hipotesis :

$H_0: \rho = 0$ (Hubungan antara variabel *turbidity* dan sisa *chlor* saling independen)

$H_1: \rho \neq 0$ (Hubungan antara variabel *turbidity* dan sisa *chlor* saling dependen)

Pengujian dependensi variabel menggunakan rumus pada Persamaan (2.9) dan didapatkan hasil pada Lampiran 4, dimana taraf signifikan sebesar 5% dengan statistik uji *t* maka diperoleh nilai *t* pada fase I sebesar -0,275 yang bernilai lebih kecil dibandingkan dengan nilai $t_{0,05;29}$ yaitu 1,699 sehingga diputuskan H_0 gagal ditolak yang berarti karakteristik kualitas antara variabel *turbidity* dan sisa *chlor* pada fase I saling independen. Perhitungan secara statistik diperoleh hasil bahwa antar karakteristik kualitas independen akan tetapi proses secara kimiawi menunjukkan bahwa antara karakteristik kualitas saling dependen, maka analisis yang digunakan tetap menggunakan analisis secara multivariat.

b. Pengujian Distribusi Normal Multivariat pada Fase I

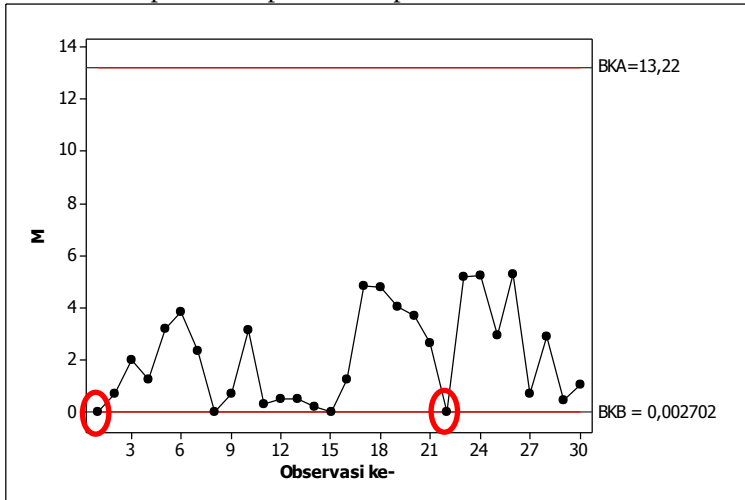
Pengujian distribusi normal multivariat untuk mengetahui apakah data variabel *turbidity* dan sisa *chlor* pada fase I telah berdistribusi normal multivariat atau tidak. Rumus yang digunakan berdasarkan Persamaan (2.11) dan *syntax* pada Lampiran 6 dan didapatkan hasil pada Lampiran 7, menjelaskan bahwa secara visual, plot telah mengikuti garis normal sehingga dapat disimpulkan bahwa pengamatan pada fase 1 telah berdistribusi normal mutivariat. Selain itu, diperoleh proporsi nilai d_i^2 dimana kurang dari sama dengan $\chi_{(2;0,5)}^2 = 1,39$ pada fase I sebesar 48,4%. Proporsi nilai $d_i^2 \leq \chi_{(2;0,5)}^2$ berada di sekitar 50%, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengamatan pada fase I telah berdistribusi normal mutivariat.

4.1.3 Peta M Proses Produksi pada Fase I

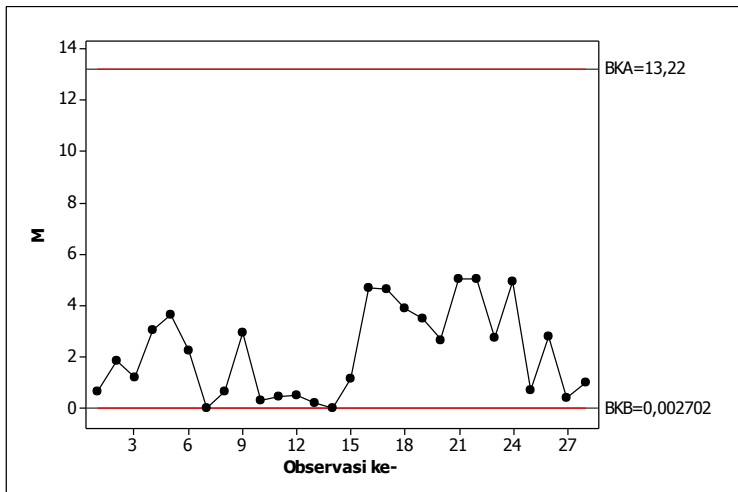
Peta M merupakan peta yang digunakan untuk mengontrol variabilitas proses multivariat pada data dengan sampel individu dimana menggunakan Persamaan (2.6), (2.7), (2.8) serta dengan *syntax* Lampiran 11, maka diperoleh peta M yang disajikan pada Lampiran 12 serta Gambar 4.1.

Gambar 4.1 secara visual menjelaskan bahwa variabilitas proses produksi air diperoleh nilai batas kendali atas sebesar 13,2153 dan batas kendali bawah sebesar 0,002702, dimana terdapat pengamatan yang berada dibawah batas kendali bawah sebanyak dua pengamatan yaitu pada pengamatan ke-1 dan ke-22. *Output* peta M dapat dilihat pada Lampiran 12. Kedua pengamatan tersebut keluar dari batas kendali bawah, dimana kebijakan perusahaan adalah ketika terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, maka pengamatan tersebut dihilangkan. Setelah diketahui penyebab dari titik pengamatan yang keluar dari batas kendali, maka perlu dilakukan perbaikan dengan cara menghilangkan pengamatan yang berada di luar batas kendali karena peneliti tidak dapat memperbaiki secara langsung pada proses produksi air. Andaikan proses telah diperbaiki, maka

produksi yang berada diluar batas kendali dihilangkan, perbaikan batas kendali peta M dapat dilihat pada Gambar 4.2 .



Gambar 4.1 Peta M Fase I

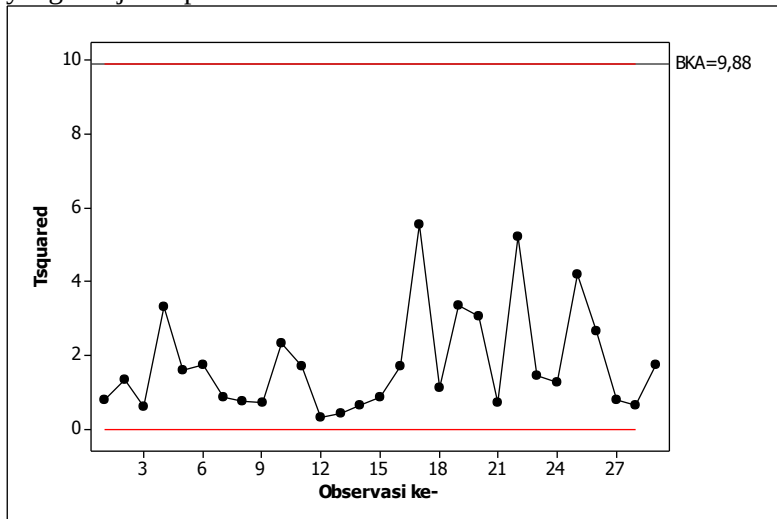


Gambar 4.2 Perbaikan Peta M Fase I

Gambar 4.2 menjelaskan bahwa pada perbaikan peta M fase I diperoleh batas kendali atas sebesar 13,2153 dan batas kendali bawah sebesar 0,002702. Dimana jumlah plot data berkurang sebanyak dua pengamatan dan didapatkan hasil bahwa tidak ada titik pengamatan yang keluar dari batas kendali, sehingga dapat diputuskan bahwa variabilitas proses telah terkendali secara statistik, maka dapat dilanjutkan pada analisis peta T^2 Hotelling Individu.

4.1.4 Peta T^2 Hotelling Individu Produksi Fase I

Peta T^2 Hotelling individu digunakan untuk memonitoring *mean* proses untuk data multivariat dengan pengamatan secara individu, dengan menggunakan Persamaan (2.1), (2.4), (2.5) dan *syntax* Lampiran 14 maka diperoleh peta T^2 Hotelling Individu yang disajikan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Peta T^2 Hotelling Individu Fase I

Gambar 4.3 menjelaskan bahwa variabilitas proses produksi air dengan peta T^2 Hotelling Individu diperoleh nilai batas kendali atas sebesar 9,8819 dan batas kendali bawah sebesar 0, sehingga diperoleh *output* yang ditunjukkan pada Lampiran 15.

Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa proses produksi air tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, sehingga dapat disimpulkan bahwa *mean* proses produksi air telah terkendali secara statistik.

4.1.5 Indeks Kapabilitas Proses Produksi pada Fase I

Kapabilitas proses digunakan untuk melihat kemampuan suatu proses apakah beroperasi sesuai dengan standar yang ditentukan atau tidak pada bulan Juli 2017. Berdasarkan Persamaan (2.19) dengan menggunakan *syntax* pada Lampiran 17, dapat diketahui bahwa kemampuan proses pada bulan Juli 2017 didapatkan nilai indeks kapabilitas (C_p) sebesar 3,86. Nilai C_p tersebut menunjukkan bahwa selama bulan Juli 2017 kemampuan proses produksi air PDAM Surabaya dapat dikatakan sangat baik, karena nilai C_p yang lebih dari 1.

Proses produksi pada fase I telah terkendali secara statistik dan indeks kapabilitas proses sangat kapabel, maka dilanjutkan ke fase II yaitu untuk melihat proses produksi pada Bulan Agustus 2017 apakah sudah kapabel atau belum.

4.2 Analisis Kapabilitas pada Fase II

Analisis statistika pada fase II untuk mengetahui apakah ada pergeseran proses atau tidak, yang akan dianalisis dengan uji perbandingan dua populasi serta untuk mengetahui apakah proses produksi air fase II sudah kapabel atau belum.

4.2.1 Pemeriksaan Fase Kerja

Berdasarkan hasil analisis pada peta M fase I diketahui bahwa pada fase I memiliki data yang keluar dari batas kendali pada proses produksi air, sehingga perlu adanya perbaikan kembali. Karena fase I terdapat pengamatan yang berada di luar batas kendali, maka terdapat pergeseran proses. Pergeseran proses tersebut apakah signifikan atau tidak, sehingga perlu dianalisis menggunakan analisis untuk mengetahui apakah terdapat pergeseran proses produksi atau tidak dengan uji MANOVA yang diawali dengan uji Homogenitas matriks varians kovarians.

a. Homogenitas Matriks Varians Kovarians

Homogenitas matriks varians kovarians untuk melihat apakah data sudah homogen atau belum. Berikut adalah uji homogenitas.

$H_0 : \Sigma_1 = \Sigma_2$ (matriks varians kovarians fase I dan fase II homogen)

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

Pengujian homogenitas dimana menggunakan taraf signifikan sebesar 5% dengan digunakan statistik uji C pada Persamaan (2.14) dan data pada Lampiran 1 dengan semua fase yang telah digabung sehingga diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Lampiran 9. Nilai C yang diperoleh sebesar 6,509 lebih kecil dari $\chi^2_{0,05;3}$ yaitu sebesar 7,815 serta didapatkan P-value sebesar 0,089 lebih besar dibandingkan dengan taraf signifikan sebesar 5%, sehingga dapat diputuskan H_0 gagal ditolak.

Kesimpulan yang dapat diambil dari keputusan tersebut adalah matriks varians kovarians fase I dan fase II homogen. Asumsi matriks varians kovarians yang terpenuhi maka untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan fase I dan fase II digunakan uji MANOVA.

b. Uji MANOVA

Uji MANOVA digunakan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan proses antar fase I dan fase II dalam proses produksi air dimana asumsi homogenitas terpenuhi. Hasil analisis uji MANOVA ditunjukkan sebagai berikut:

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = 0$ (Tidak terdapat perbedaan antara rata-rata fase I dan rata-rata fase II)

H_1 : minimal ada satu $\tau_g \neq 0$ (minimal ada satu rata-rata fase yang memberikan perbedaan)

Pengujian perbedaan antara rata-rata proses Fase I dan Fase II dengan Uji MANOVA dengan menggunakan taraf signifikan sebesar 5% dan statistik uji F pada Persamaan (2.18) dan data

pada Lampiran 1 sehingga diperoleh hasil ditunjukkan pada Lampiran 10. Nilai F yang diperoleh sebesar 0,0186 lebih kecil dari $F_{(0,05;2;59)}$ yaitu sebesar 3,513 sehingga diperoleh keputusan H_0 gagal ditolak.

Kesimpulan yang dapat diambil dari keputusan tersebut adalah tidak terdapat perbedaan antara rata-rata fase I dan rata-rata fase II. Karena tidak ada pergeseran proses, maka batas kendali yang digunakan untuk fase II adalah batas kendali pada fase I.

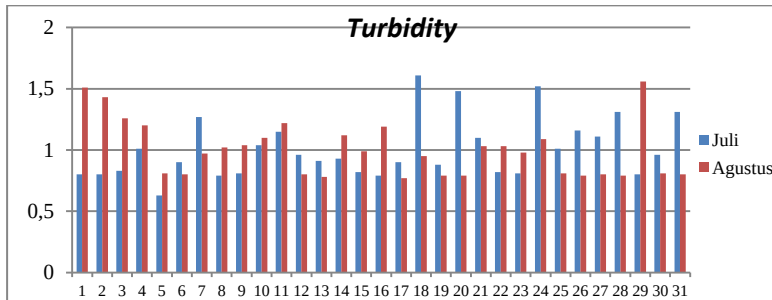
Karakteristik data produksi air PDAM Surya Sembada Kota Surabaya pada fase II disajikan pada Tabel 4.2 dan lampiran 2 pada Bulan Agustus 2017, dimana karakteristik kualitas yang digunakan adalah kekeruhan air produksi (*turbidity*) dan sisa *chlor* ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 menjelaskan bahwa karakteristik data produksi air PDAM Surya Sembada Kota Surabaya pada fase II, dari dua karakteristik kualitas, rata-rata data *turbidity* adalah 1,001 NTU dan 50% data berada diantara 0,77 NTU sampai dengan 1,56 NTU dan sisa *chlor* memiliki rata-rata sebesar 0,979 Mg/L berada diantara 0,73 Mg/L sampai dengan 1,37 Mg/L. Dapat diketahui bahwa nilai Batas Spesifikasi Bawah (BSB) dan Batas Spesifikasi Atas (BSA) yang telah ditentukan oleh perusahaan serta pemerintah, maka sisa *chlor* memiliki nilai pengamatan yang diluar batas spesifikasi jika dilihat dari nilai maksimum sisa *chlor*, yaitu sebesar 1,37 Mg/L dimana melebihi nilai batas spesifikasi atas sebesar 1 Mg/L.

Tabel 4.2 Karakteristik Produksi pada Fase II

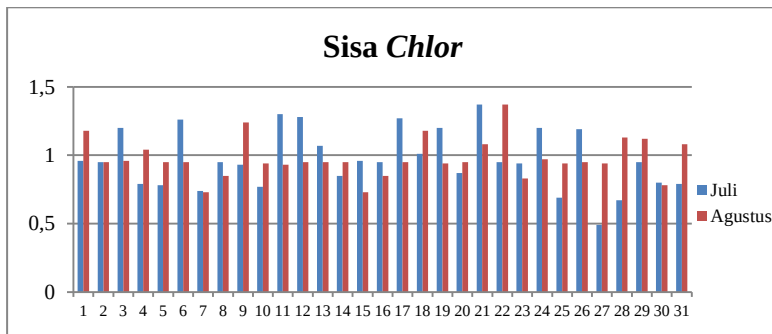
Waktu	Karakteristik Kualitas	Rata-Rata	Nilai min.	Nilai maks.	BSA	BSB
Fase I	Turbidity	1,007	0,63	1,61	5 NTU	0 NTU
	Sisa Chlor	0,972	0,49	1,37	1 Mg/L	0,2 Mg/L
Fase II	Turbidity	1,001	0,77	1,56	5 NTU	0 NTU
	Sisa Chlor	0,979	0,73	1,37	1 Mg/L	0,2 Mg/L

Berikut akan ditampilkan diagram batang dari proses produksi air PDAM Surabaya pada *Turbidity* dan sisa *chlor* pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Diagram Batang *Turbidity*

Gambar 4.4 menjelaskan *Turbidity* proses produksi air di PDAM Surabaya pada bulan Juli 2017 dan bulan Agustus 2017. Diketahui bahwa kekeruhan (*turbidity*) pada bulan Agustus 2017 lebih besar daripada bulan Juli 2017, akan tetapi proses produksi paling tinggi terdapat pada bulan Juli pada hari ke-18 dengan data sebesar 1,61 NTU. Selajutnya akan dijelaskan diagram batang dari sisa *chlor* pada Gambar 4.5 sebagai berikut.



Gambar 4.5 Diagram Batang *Sisa Chlor*

Gambar 4.5 menjelaskan sisa *chlor* proses produksi air di PDAM Surabaya pada bulan Juli 2017 dan bulan Agustus 2017. Diketahui bahwa sisa *chlor* pada bulan Agustus 2017 lebih besar

daripada bulan Juli 2017, akan tetapi proses produksi paling tinggi yaitu pada bulan Juli 2017 hari ke-21 dan pada bulan Agustus 2017 pada hari ke-22 yaitu sebesar 1,37 Mg/L.

4.2.2 Uji Asumsi pada Fase II

Uji asumsi pada fase II adalah menguji independensi variabel dan pemeriksaan distribusi normal multivariat, dimana sebagai berikut.

a. Pengujian Dependensi Variabel Produksi pada Fase II

Pengujian dependensi antar variabel dilakukan untuk mengetahui apakah antara variabel yang digunakan yaitu *turbidity* dan sisa *chlor* saling berhubungan atau tidak. Hipotesis dan hasil pengujian menggunakan metode *pearson* adalah sebagai berikut.

Hipotesis :

$H_0 : \rho = 0$ (Hubungan antara variabel *turbidity* dan sisa *chlor* saling independen)

$H_1 : \rho \neq 0$ (Hubungan antara variabel *turbidity* dan sisa *chlor* saling dependen)

Pengujian dependensi variabel menggunakan rumus pada Persamaan (2.9) dan didapatkan hasil pada Lampiran 5, dimana taraf signifikan sebesar 5% dengan statistik uji *t* maka diperoleh nilai *t* pada fase II sebesar 1,202 yang bernilai lebih kecil dibandingkan dengan nilai $t_{0,05,29}$ yaitu 1,699 sehingga diputuskan H_0 gagal ditolak yang berarti karakteristik kualitas antara variabel *turbidity* dan sisa *chlor* pada fase II saling independen. Perhitungan secara statistik diperoleh hasil bahwa antar karakteristik kualitas independen akan tetapi proses secara kimiawi menunjukkan bahwa antara karakteristik kualitas saling dependen, maka analisis yang digunakan tetap menggunakan analisis secara multivariat.

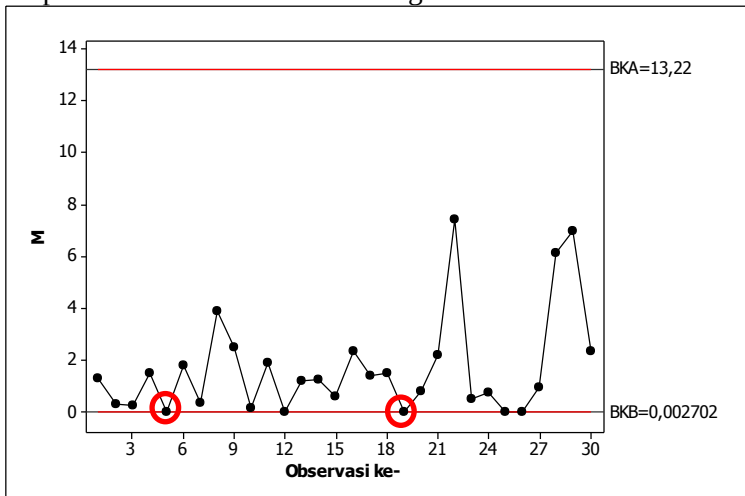
b. Pengujian Distribusi Normal Multivariat pada Fase II

Pengujian distribusi normal multivariat untuk mengetahui apakah data variabel *turbidity* dan sisa *chlor* pada fase II telah berdistribusi normal multivariat atau tidak. Rumus yang

digunakan berdasarkan Persamaan (2.11) serta *syntax* pada Lampiran 6 dan didapatkan hasil pada Lampiran 8, bahwa secara visual, plot yang terbentuk telah mengikuti garis normal sehingga dapat disimpulkan bahwa pengamatan pada fase II telah berdistribusi normal mutivariat. Selain itu, diperoleh proporsi nilai d_i^2 dimana kurang dari sama dengan $\chi_{(2;0,5)}^2 = 1,39$ pada fase II sebesar 58,1%. Proporsi nilai $d_i^2 \leq \chi_{(2;0,5)}^2$ berada di sekitar 50%, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengamatan pada fase II telah berdistribusi normal mutivariat.

4.2.3 Peta M Produksi pada Fase II

Peta merupakan peta yang digunakan untuk mengontrol variabilitas proses multivariat pada data dengan sampel individu dimana menggunakan Persamaan (2.6), (2.7), (2.8) serta *syntax* Lampiran 11, maka diperoleh peta M yang disajikan pada Lampiran 13 serta Gambar 4.6 sebagai berikut.

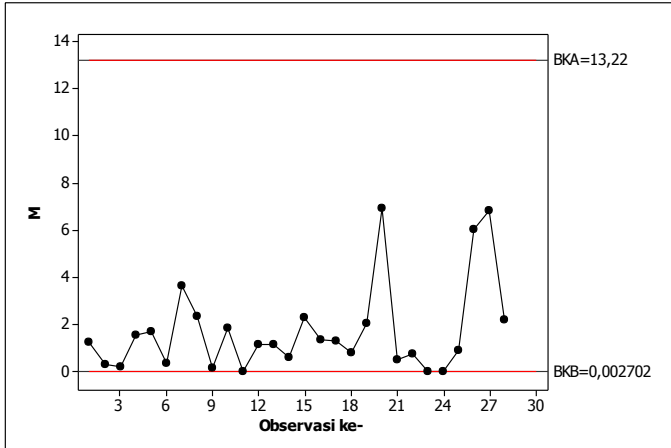


Gambar 4.6 Peta M Fase II

Gambar 4.6 secara visual menjelaskan bahwa variabilitas proses produksi air diperoleh nilai batas kendali atas sebesar 13,2153 dan batas kendali bawah sebesar 0,002702, dimana

terdapat pengamatan yang berada dibawah batas kendali bawah sebanyak dua pengamatan yaitu pada pengamatan ke-5 dan ke-19. *Output* peta M dapat dilihat pada Lampiran 13. Kedua pengamatan tersebut keluar dari batas kendali bawah, dimana kebijakan perusahaan adalah ketika terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali, maka pengamatan tersebut dihilangkan. Setelah diketahui penyebab dari titik pengamatan yang keluar dari batas kendali, maka perlu dilakukan perbaikan dengan cara menghilangkan pengamatan yang berada di luar batas kendali karena peneliti tidak dapat memperbaiki secara langsung pada proses produksi air.

Pada proses produksi air, sehingga batas kendali yang digunakan untuk fase II adalah batas kendali pada fase I. Dikarenakan batas kendali sama maka pengamatan yang berada diluar batas kendali pada fase II hanya perlu dilakukan perbaikan pada peta. Andaikan proses telah diperbaiki, maka produksi yang berada diluar batas kendali dihilangkan, dapat dilihat pada Gambar 4.7.



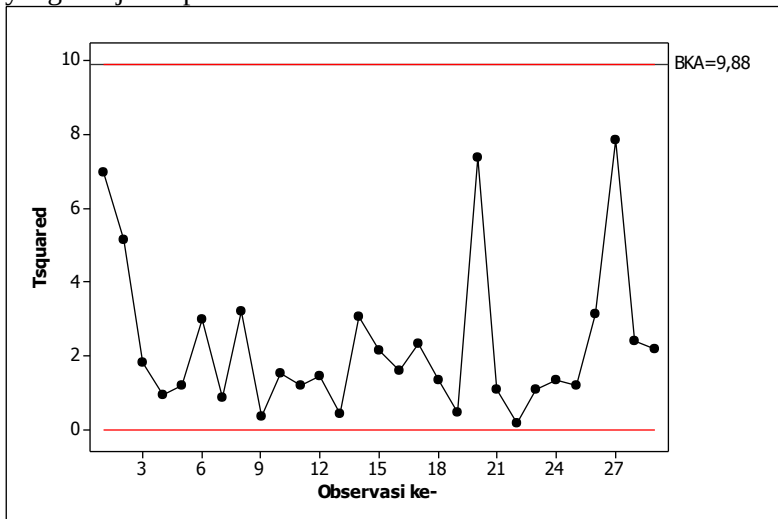
Gambar 4.7 Perbaikan Peta M Fase II

Gambar 4.7 menjelaskan bahwa pada perbaikan peta M fase I diperoleh batas kendali atas sebesar 13,2153 dan batas kendali

bawah sebesar 0,002702. Dimana jumlah plot data berkurang sebanyak dua pengamatan dan didapatkan hasil bahwa tidak ada titik pengamatan yang keluar dari batas kendali, sehingga dapat diputuskan bahwa variabilitas proses telah terkendali secara statistik, maka dapat dilanjutkan pada analisis peta T^2 Hotelling Individu.

4.2.4 Peta T^2 Hotelling Individu Produksi pada Fase II

Peta T^2 Hotelling individu digunakan untuk memonitoring *mean* proses untuk data multivariat dengan pengamatan secara individu, dengan menggunakan Persamaan (2.1), (2.4), (2.5) dan *syntax* Lampiran 14 maka diperoleh peta T^2 Hotelling Individu yang disajikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Peta T^2 Hotelling Individu Fase II

Gambar 4.8 secara visual menjelaskan bahwa variabilitas proses produksi air dengan peta T^2 Hotelling Individu diperoleh nilai batas kendali atas sebesar 9,8819 dan batas kendali bawah sebesar 0, sehingga diperoleh *output* yang ditunjukkan pada Lampiran 16. Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa proses produksi air tidak terdapat pengamatan yang keluar dari batas kendali,

sehingga dapat disimpulkan bahwa *mean* proses produksi air telah terkendali secara statistik.

4.2.5 Indeks Kapabilitas Proses Produksi pada Fase II

Kapabilitas proses digunakan untuk melihat kemampuan suatu proses apakah beroperasi sesuai dengan standar yang ditentukan atau tidak pada Bulan Agustus 2017. Berdasarkan Persamaan (2.19) dengan menggunakan *syntax* pada Lampiran 17, dapat diketahui bahwa kemampuan proses pada bulan Juli 2017 didapatkan nilai indeks kapabilitas (C_p) sebesar 3,86, dimana pada bulan Agustus nilai C_p sebesar 4,82. Diketahui bahwa nilai C_p dari Bulan Juli ke Bulan Agustus mengalami kenaikan. Nilai C_p tersebut menunjukkan bahwa selama Bulan Agustus 2017 kemampuan proses produksi air PDAM Surabaya dapat dikatakan sangat baik, karena nilai C_p yang lebih dari 1.

Walaupun nilai C_p tinggi, namun masih terdapat variabel kualitas yang bernilai diluar batas spesifikasi, sehingga dilakukan pengamatan menggunakan diagram *pareto*. Tujuannya adalah mengetahui penyebab masalah terbesar pada variabel kualitas, dimana diagram *pareto* dari proses produksi air dapat dilihat pada Gambar 4.9 sebagai berikut.

Gambar 4.9 memberikan informasi mengenai permasalahan yang dominan dari proses produksi air adalah sisa *chlor*. Pengamatan sisa *chlor* dari 62 titik pengamatan terdapat 20 pengamatan berada di luar batas spesifikasi yang telah ditentukan dimana pengamatan variabel kualitas kekeruhan tidak terdapat titik pengamatan yang melebihi batas spesifikasi sehingga permasalahannya yang paling dominan dari proses produksi air adalah sisa *chlor*. Setelah mengetahui masalah yang paling banyak terjadi, selanjutnya dicari faktor-faktor yang menyebabkan sisa *chlor* melebihi 1 Mg/L menggunakan diagram *ishikawa*.

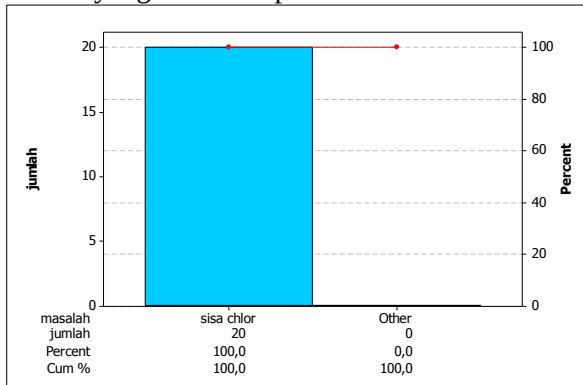
4.3 Faktor-Faktor Penyebab

Faktor-faktor penyebab dari masalah pada variabel kualitas dapat dianalisis menggunakan diagram *ishikawa*. Nilai

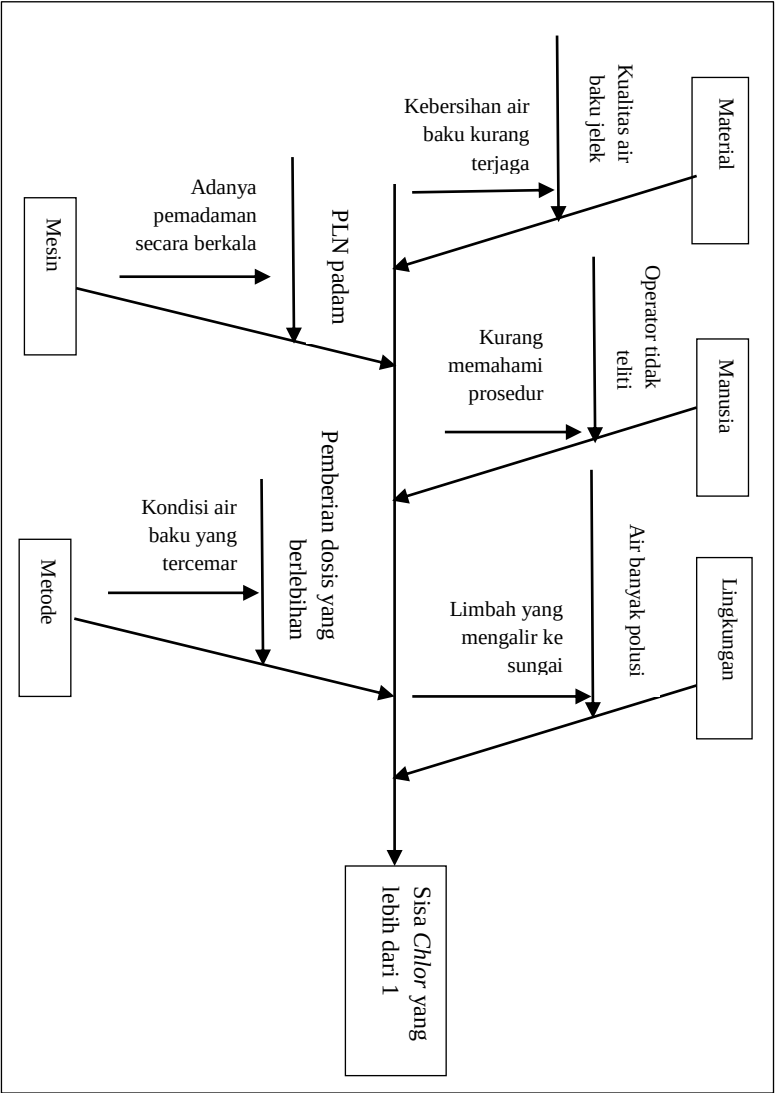
pengamatan karakteristik kualitas sisa *chlor* yang lebih dari batas spesifikasi yaitu lebih dari 1 Mg/L dapat dilihat pada Gambar 4.10.

Gambar 4.10 memberikan informasi dari perusahaan mengenai penyebab adanya nilai pengamatan sisa *chlor* yang melebihi batas spesifikasi yang telah ditentukan yaitu lebih dari 1 Mg/L. Berdasarkan 4M+1L (manusia, mesin, metode, material, dan lingkungan) adalah sebagai berikut.

1. Faktor lingkungan karena air banyak polusi disebabkan limbah pabrik dan rumah tangga yang mengalir ke sungai,
2. Faktor manusia karena operator tidak teliti disebabkan kurang memahami prosedur,
3. Faktor material karena kondisi air baku yang jelek disebabkan kebersihan kurang terjaga salah satunya pada musim kemarau dimana polusi tidak terlihat sehingga jika dilihat secara langsung air terlihat baik, namun jika diamati lagi dapat diketahui bahwa air tercemar,
4. Faktor mesin karena adanya pemadaman PLN secara berkala,
5. Faktor metode karena pemberian dosis yang berlebihan disebabkan kondisi air baku yang tercemar di musim kemarau yang tidak nampak.



Gambar 4.9 Diagram Pareto



Gambar 4.10 Diagram Ishikawa

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada Bab IV, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Kapabilitas produksi air PDAM Surabaya pada tahun 2017 fase I (bulan Juli) dan fase II (bulan Agustus) sangat kapabel karena terkendali secara statistik dan memiliki nilai indeks kapabilitas (C_p) lebih dari satu. Nilai C_p sebesar 3,86 pada fase I dan 4,82 pada fase II.
2. Berdasarkan informasi perusahaan, akar penyebab yang terjadi pada nilai pengamatan sisa *chlor* yang keluar dari batas spesifikasi berdasarkan 4M+L adalah sebagai berikut.
 - a. Lingkungan, karena adanya limbah pabrik dan limbah rumah tangga yang mengalir ke sungai.
 - b. Manusia, karena operator yang kurang memahami prosedur.
 - c. Material, karena kebersihan air kurang terjaga, salah satunya pada musim kemarau.
 - d. Mesin, karena adanya pemadaman PLN.
 - e. Metode, karena pemberian dosis *chlor* yang berlebihan.

5.2 Saran

Saran untuk PDAM Surya Sembada Kota Surabaya adalah.

- a. Operator lebih teliti lagi dan memahami prosedur dan lebih memperhatikan pemberian dosis kandungan *chlor* agar tidak berlebihan,
- b. Menyediakan *genset* untuk berjaga jika terjadi pemadaman PLN.

DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Heizer, J., Render, B., Munson C. (2016). *Operations Management Sustainability and Supply Chain Management*. Edisi ke-12. Boston: Pearson Education, Inc.
- Khoo, M. B., & Quah, S. H. (2003). *Multivariate Control Chart For Process Dispersion Based On Individual Observatons* (Vol. 15). Penang, Malaysia: University Sains Malaysia.
- Kotz, Samuel & Johnson, Norman L. (1993). *Process Capability Indices*. London, United Kingdom: Chapman&Hall
- Johnson, & Wichern. (2007). *Applied Multivariate Statistikal Analysis*. USA: Person Prentice Hall.
- Melati, Enjelina Puspita. (2017). *Pengendalian Kualitas Air Produksi di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya*. Surabaya: Thesis Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Montgomery, D. C. (2013). *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- PDAM Gresik. (2016). *Nephelometric Turbidity Unit (Ntu)*. Diakses pada 13 Januari 2018, <http://www.pdam.gresikkab.go.id/berita-ntu--tingkat-kekeruhan-air.html#sthash.nFJ04C2S.dpbs>.
- PDAM Surabaya. (2012). *Profil Perusahaan PDAM Surya Sembada Kota Surabaya*. Diakses pada 13 Januari 2018. <http://www.pdam-sby.go.id>
- Walpole, R. E., dkk. (2012). *Probability and Statistics for Engineers and Scientists Ninth Edition*. United State of America: Pearson Education Inc.
- Wardhani, Rinta Novelinta. (2017). *Penerapan Diagram Kontrol Multivariat pada Pengendalian Kualitas Proses Produksi Air di PDAM Surabaya*. Surabaya: Thesis Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Wardoyo, Indah Mustikasari. (2013). *Pengendalian Kualitas Air Produksi IPAM Ngagel I Surabaya dengan Multivariate Time Series Control Chart*. Surabaya: Thesis Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Produksi Air di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Bulan Juli-Agustus 2017.

Juli			Agustus		
Tanggal	<i>Turbidity</i>	Sisa <i>Chlor</i>	Tanggal	<i>Turbidity</i>	Sisa <i>Chlor</i>
1	0,8	0,96	1	1,51	1,18
2	0,8	0,95	2	1,43	0,95
3	0,83	1,2	3	1,26	0,96
4	1,01	0,79	4	1,2	1,04
5	0,63	0,78	5	0,81	0,95
6	0,9	1,26	6	0,8	0,95
7	1,27	0,74	7	0,97	0,73
8	0,79	0,95	8	1,02	0,85
9	0,81	0,93	9	1,04	1,24
10	1,04	0,77	10	1,1	0,94
11	1,15	1,3	11	1,22	0,93
12	0,96	1,28	12	0,8	0,95
13	0,91	1,07	13	0,78	0,95
14	0,93	0,85	14	1,12	0,95
15	0,82	0,96	15	0,99	0,73
16	0,79	0,95	16	1,19	0,85
17	0,9	1,27	17	0,77	0,95
18	1,61	1,01	18	0,95	1,18
19	0,88	1,2	19	0,79	0,94
20	1,48	0,87	20	0,79	0,95
21	1,1	1,37	21	1,03	1,08
22	0,82	0,95	22	1,03	1,37
23	0,81	0,94	23	0,98	0,83

Lampiran 1. Data Produksi Air di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya Bulan Juli-Agustus 2017 (lanjutan).

Juli			Agustus		
Tanggal	<i>Turbidity</i>	Sisa <i>Chlor</i>	Tanggal	<i>Turbidity</i>	Sisa <i>Chlor</i>
24	1,52	1,2	24	1,09	0,97
25	1,01	0,69	25	0,81	0,94
26	1,16	1,19	26	0,79	0,95
27	1,11	0,49	27	0,8	0,94
28	1,31	0,67	28	0,79	1,13
29	0,8	0,95	29	1,56	1,12
30	0,96	0,8	30	0,81	0,78
31	1,31	0,79	31	0,8	1,08

Lampiran 2. *Output* Karakteristik Data Produksi Air di PDAM Surabaya Pada Bulan Juli 2017

Descriptive Statistics: turbidity; sisa chlor bulan Juli

Variable	Mean	Variance	Minimum	Median	Maximum
turbidity	1,0071	0,0590	0,6300	0,9300	1,6100
sisa chlor	0,9719	0,0469	0,4900	0,9500	1,3700

Lampiran 3. *Output* Karakteristik Data Produksi Air di PDAM Surabaya Pada Bulan Agustus 2017.

Descriptive Statistics: turbidity; sisa chlor1 bulan Agustus

Variable	Mean	Variance	Minimum	Median	Maximum
turbidity_1	1,0010	0,0512	0,7700	0,9800	1,5600
sisa chlor_1	0,9794	0,0201	0,7300	0,9500	1,3700

Lampiran 4. *Output Dependensi Antar Variabel Pada Bulan Juli 2017*

```
Pearson correlation of turbidity and sisa chlor = -0,051
P-Value = 0,785 thit= -0,275
```

Lampiran 5. *Output Dependensi Antar Variabel Pada Bulan Agustus 2017*

```
Pearson correlation of turbidity_1 and sisa chlor_1 =
0,218
P-Value = 0,239 thit = 1,202
```

Lampiran 6. *Syntax Pengujian Distribusi Normal Multivariat.*

```
macro
qq x.1-x.p
mconstant i n p t chis
mcolumn d x.1-x.p dd pi q ss tt
mmatrix s sinv ma mb mc md

% Mencari nilai kovarians
let n=count(x.1)
cova x.1-x.p s
invert s sinv
do i=1:p
  let x.i=x.i-mean(x.i)
enddo

% Mencari nilai dij
do i=1:n
  copy x.1-x.p ma;
  use i.
  transpose ma mb
  multiply ma sinv mc
  multiply mc mb md
  copy md tt
  let t=tt(1)
```

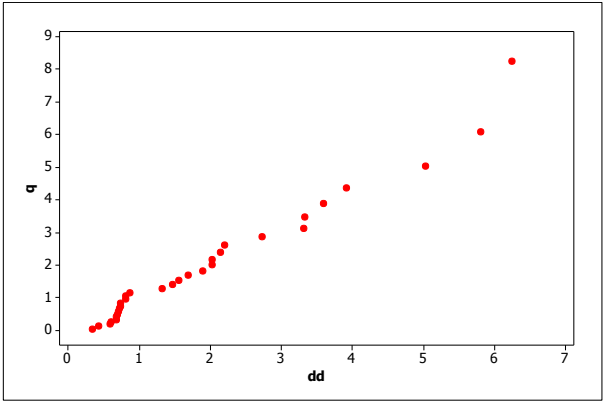
```
let d(i)=t
enddo

% membuat plot
set pi
1:n
end
let pi=(pi-0.5)/n
sort d dd
invcdf pi q;
chis p.
plot q*dd
invcdf 0.5 chis;
chis p.
let ss=dd<chis
let t=sum(ss)/n
print t
endmacro
```

Lampiran 7. *Output* Pengujian Distribusi Normal Multivariat
Juli 2017

Data Display

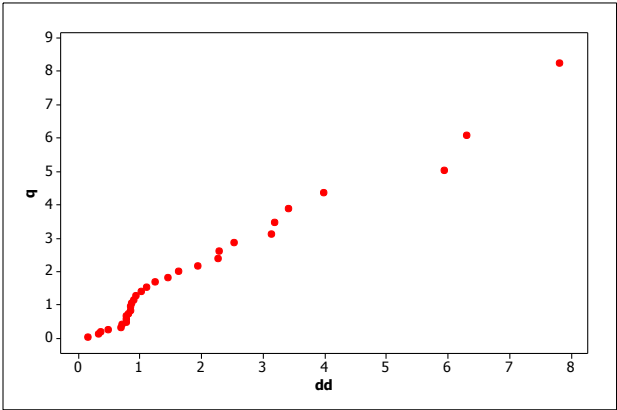
Prop0,483871



Lampiran 8. *Output* Pengujian Distribusi Normal Multivariat
Agustus 2017

Data Display

Prop0,580645



Lampiran 9. Output Uji Homogenitas

Box's Test of Equality of Covariance Matrices^a

Box's M	6.753
F	2.170
df1	3
df2	648000.000
Sig.	.089

Lampiran 10. Output Uji MANOVA

Multivariate Tests^a

Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	.979	1356.400 ^b	2.000	59.000	.000
	Wilks' Lambda	.021	1356.400 ^b	2.000	59.000	.000
	Hotelling's Trace	45.980	1356.400 ^b	2.000	59.000	.000
	Roy's Largest Root	45.980	1356.400 ^b	2.000	59.000	.000
Fase	Pillai's Trace	.001	.019 ^b	2.000	59.000	.982
	Wilks' Lambda	.999	.019 ^b	2.000	59.000	.982
	Hotelling's Trace	.001	.019 ^b	2.000	59.000	.982
	Roy's Largest Root	.001	.019 ^b	2.000	59.000	.982

a. Design: Intercept + Fase

b. Exact statistic

Lampiran 11. *Syntax* Analisis Peta M

```

%Menghitung Matriks Kovarian
S=cov(data)

%Menghitung Successive Difference
n=m-1
for i=1:n
for j=1:p
k=i+1
V(i,j)=data(k,j)-data(i,j)
end
end

%Menghitung Statistik M
inv_S=inv(S)
Vt=V.'
for j=1:n
M(j,1)=(1/2)*V(j,:)*inv_S*Vt(:,j)
end

%Menghitung Batas Kendali
ucl=chi2inv(1-(alpha/2),p)
lcl=chi2inv(alpha/2,p)

%Meta M
for j=1:n
bka(j,1)=ucl
end
for j=1:n
bkb(j,1)=lcl
end

```

Lampiran 11. *Syntax Analisis Peta M (lanjutan)*

```

x=1:m-1
y=M
plot(x,y,'b*-',x,bka,'k-',x,bkb,'k-')
title('Peta M Fase I')
xlabel('observasi ke-')
ylabel('M')
text(k,ucl,'UCL')
text(k,lcl,'LCL')

```

```

%Jumlah Observasi Yang Keluar
for j=1:n
if(M(j,1)>ucl)|(M(j,1)<lcl)
o(j,1)=j; else o(j,1)=0
end;
end;
obs=sum(o)

```

```

%Observasi Yang Keluar
for j=1:n

if(M(j,1)>ucl)|(M(j,1)<lcl)
obs(j,1)=j; else obs(j,1)=0
end;
end;
obs_out=obs

```

Lampiran 12. *Output Analisis Peta M Fase I*

No.	PETA M	BKA	BKB	No.	PETA M	BKA	BKB
1	0,001068	13,2153	0,002702	28	2,908422	13,2153	0,002702
2	0,682374	13,2153	0,002702	29	0,434469	13,2153	0,002702
3	1,998725	13,2153	0,002702	30	1,038488	13,2153	0,002702
4	1,231654	13,2153	0,002702				
5	3,205773	13,2153	0,002702				
6	3,863835	13,2153	0,002702				
7	2,330594	13,2153	0,002702				
8	0,007282	13,2153	0,002702				
9	0,687091	13,2153	0,002702				
10	3,159198	13,2153	0,002702				
11	0,314687	13,2153	0,002702				
12	0,502389	13,2153	0,002702				
13	0,515989	13,2153	0,002702				
14	0,220267	13,2153	0,002702				
15	0,009006	13,2153	0,002702				
16	1,230544	13,2153	0,002702				
17	4,825617	13,2153	0,002702				
18	4,778525	13,2153	0,002702				
19	4,029296	13,2153	0,002702				
20	3,712038	13,2153	0,002702				
21	2,664175	13,2153	0,002702				
22	0,002015	13,2153	0,002702				
23	5,184354	13,2153	0,002702				
24	5,240285	13,2153	0,002702				
25	2,933806	13,2153	0,002702				
26	5,28798	13,2153	0,002702				
27	0,72084	13,2153	0,002702				

Lampiran 13. Output Analisis Peta M Fase II

No.	PETA M	BKA	BKB	No.	PETA M	BKA	BKB
1	1,313335	13,2153	0,002702	28	6,132489	13,2153	0,002702
2	0,31083	13,2153	0,002702	29	6,960926	13,2153	0,002702
3	0,23787	13,2153	0,002702	30	2,368112	13,2153	0,002702
4	1,519673	13,2153	0,002702				
5	0,001025	13,2153	0,002702				
6	1,823888	13,2153	0,002702				
7	0,358212	13,2153	0,002702				
8	3,912842	13,2153	0,002702				
9	2,510774	13,2153	0,002702				
10	0,158698	13,2153	0,002702				
11	1,877689	13,2153	0,002702				
12	0,004099	13,2153	0,002702				
13	1,184478	13,2153	0,002702				
14	1,231011	13,2153	0,002702				
15	0,61429	13,2153	0,002702				
16	2,367132	13,2153	0,002702				
17	1,41598	13,2153	0,002702				
18	1,490164	13,2153	0,002702				
19	0,002606	13,2153	0,002702				
20	0,808521	13,2153	0,002702				
21	2,191952	13,2153	0,002702				
22	7,433532	13,2153	0,002702				
23	0,52518	13,2153	0,002702				
24	0,766963	13,2153	0,002702				
25	0,008129	13,2153	0,002702				
26	0,004343	13,2153	0,002702				
27	0,95545	13,2153	0,002702				

Lampiran 14. *Syntax Analisis Peta T^2 Hotelling Individu*

```

%Menghitung Successive Difference
for i=1:(m-1)
for j=1:p
k=i+1;
v(i,j)=data(k,j)-data(i,j);
end
end

%Menghitung Matriks Varians Kovarians
vt=v';
s=(1/(2*(m-1)))*vt*v;

%Menghitung  $T^2$  Hotelling Individu
invs=inv(s);
rata=mean(data);
for j=1:p
for i=1:m
tsquare1(i,j)=data(i,j)-rata(1,j);
end
end
tsquare2=tsquare1';
for i=1:m
for j=1:p
T(i,1)=tsquare1(i,:)*invs*tsquare2(:,i);

%Menghitung Batas Kendali
a=p/2;
b=(m-p-1)/2;
ucl=((m-1)^2/m)*betainv((1-alpha),a,b);
lcl=0;
end
end

```

Lampiran 14. *Syntax Analisis Peta T^2 Hotelling Individu (lanjutan)*

```
%Peta Kendali
for i=1:m
bka(i,1)=ucl;
end
for i=1:m
bkb(i,1)=lcl;
end
x=1:m;
y=T;
plot(x,y,'b*-',x,bka,'k-',x,bkb,'k-');
title('Peta Kendali T2 Hotelling')
xlabel('Observasi ke-')
ylabel('Tsquare')
text(k,ucl,'BKA=')
text(k,lcl,'BKB=')

%Jumlah Observasi yang keluar
for i=1:m
if(T(i,1)>ucl)|(T(i,1)<lcl);
o(i,1)=1; else o(i,1)=0;
end
end
out=sum(o)

%Observasi Yang Keluar
for i=1:m
if(T(i,1)>ucl)|(T(i,1)<lcl)
obs(i,1)=j; else obs(i,1)=0;
end;
end;
obs_out=obs
```

Lampiran 15. *Output Peta T^2 Hotelling Individu Fase I*

No.	Plot Peta T^2 Hotelling	BKA	BKB	No.	Plot Peta T^2 Hotelling	BKA	BKB
1	0,78997	9,88186	0	26	2,67154	9,88186	0
2	1,35170	9,88186	0	27	0,78997	9,88186	0
3	0,61268	9,88186	0	28	0,63324	9,88186	0
4	3,31833	9,88186	0	29	1,73707	9,88186	0
5	1,59496	9,88186	0				
6	1,75722	9,88186	0				
7	0,86147	9,88186	0				
8	0,75968	9,88186	0				
9	0,73612	9,88186	0				
10	2,33069	9,88186	0				
11	1,69247	9,88186	0				
12	0,32502	9,88186	0				
13	0,43968	9,88186	0				
14	0,64306	9,88186	0				
15	0,86147	9,88186	0				
16	1,69611	9,88186	0				
17	5,53955	9,88186	0				
18	1,13036	9,88186	0				
19	3,33747	9,88186	0				
20	3,04402	9,88186	0				
21	0,73883	9,88186	0				
22	5,21661	9,88186	0				
23	1,45658	9,88186	0				
24	1,25396	9,88186	0				
25	4,18601	9,88186	0				

Lampiran 16. *Output Peta T^2 Hotelling Individu Fase II*

No.	Plot Peta T^2 Hotelling	BKA	BKB	No.	Plot Peta T^2 Hotelling	BKA	BKB
1	6,950350	9,88186	0	26	3,140330	9,88186	0
2	5,126508	9,88186	0	27	7,837801	9,88186	0
3	1,807695	9,88186	0	28	2,409138	9,88186	0
4	0,923501	9,88186	0	29	2,172938	9,88186	0
5	1,212592	9,88186	0				
6	2,987069	9,88186	0				
7	0,874982	9,88186	0				
8	3,205323	9,88186	0				
9	0,357086	9,88186	0				
10	1,513185	9,88186	0				
11	1,212592	9,88186	0				
12	1,452331	9,88186	0				
13	0,423088	9,88186	0				
14	3,043766	9,88186	0				
15	2,159083	9,88186	0				
16	1,580600	9,88186	0				
17	2,313447	9,88186	0				
18	1,329661	9,88186	0				
19	0,457511	9,88186	0				
20	7,377785	9,88186	0				
21	1,076188	9,88186	0				
22	0,181797	9,88186	0				
23	1,098644	9,88186	0				
24	1,329661	9,88186	0				
25	1,208212	9,88186	0				

Lampiran 17. *Syntax* Analisis Indeks Kapabilitas Proses

```

macro
cova x.1-x.p
mconstant n i t1 t2 c.1-c.p k2 k chi cp sbaru
mcolumn x.1-x.p b.1-b.p vek.1-vek.29 cm1 sbr
mmatrix am1 am2 am3 ainv am5 am6 mm mtt mvek
mvekt s cm2 cm3 cm4 vo voin
noecho
let n=count(x.1)
define 0 1 1 s
print s
do i=1:p
let b.i=x.i-mean(x.i)
enddo
copy x.1-x.p am1
cova x.1-x.p vo
print vo
inve vo voin
print voin
trans am1 am2
mult am2 am1 am3
inve am3 ainv
print ainv
copy b.1-b.p mm
trans mm mtt
copy mtt vek.1-vek.29
do i=1:n
copy vek.i mvek
trans mvek mvekt
mult mvekt ainv am5
mult am5 mvek am6
add s am6 s
print i s
enddo

```

Lampiran 17. *Syntax* Analisis Kapabilitas Proses (lanjutan)

```
print s
copy s sbr
print sbr
copy sbr sbaru
print sbaru
let t1=2.5
let t2=0.6
let c.1=mean(x.1)-t1
let c.2=mean(x.2)-t2
print c.1-c.2
copy c.1-c.2 cm1
print cm1
trans cm1 cm2
trans cm2 cm3
print cm2
print cm3
mult cm2 voin cm4
print cm4
mult cm4 cm3 k2
print k2
let k=sqrt(k2)
print k
invcdf 0.9973 chi;
chis p.
print chi
let cp=(k/chi)*sqrt((n-1)*p/sbaru)
print cp
endmacro
```

Lampiran 18. Surat Penerimaan di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya.



**PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM
SURYA SEMBADA
KOTA SURABAYA**

Surabaya, 05 JAN 2018

Kepada

Yth Kepala Departemen Statistika Bienen
Institut Teknologi Sepuluh Noverber
di - **SURABAYA**

Nomor : 072/21.4 / PDAM /2018.
Sifat : BIASA
Lampiran : -
Hal : Penelitian

Sehubungan dengan Surat Saudara Nomor : 120703/IT2.VI.8.6/ TU.00.09/2017 Tanggal 13 Desember 2017 perihal sebagaimana tersebut dalam pokok surat, dengan ini diberitahukan bahwa Perusahaan Daerah Air Minum Surya Sembada Kota Surabaya dapat menyetujui permohonan Saudara dan pelaksanaannya dijadwalkan pada :

Tanggal : 05 Januari - 05 Februari 2018.
Waktu : 07.30 WIB - selesai
Jumlah Peserta : 1 (Satu) orang
Tempat : Pengendalian Proses.
Catatan : Hasil Penelitian agar diserahkan kepada Sekretariat & Humas setelah selesai penelitian dan tidak mempublikasikan tanpa seijin / sepengetahuan PDAM Surya Sembada Kota Surabaya.

Demikian atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

a.n. Direksi Perusahaan Daerah Air Minum
Surya Sembada Kota Surabaya
Sekretaris Perusahaan,



Ir. LAURENSIA HAMRIK H.
NIP. 1.91.00770

Tembusan:

Yth. 1. Direktur Utama (sebagai laporan);
2. Manajer Pengendalian Proses ;
3. Manajer Sekretariat dan Humas ;
PDAM Surya Sembada Kota Surabaya.
4. An. Adinda Nur Aulia E. ;
Institut Teknologi Sepuluh Noverber Surabaya.

KONTAK:
Jl. Mayjen. Prof. Dr. Moestopo No. 2, Telp. 031-8226372, 5029670, Fax 031-8230199, Surabaya 60131
Website : www.pdam-sby.go.id Call Center : 252-8888 Layanan SMS : 081.2231.6400

ISO 9001 : 2008
ISO 17025 : 2005

Lampiran 19. Surat Pernyataan Keaslian Data

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Departemen Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS :

Nama : Adinda Nur Aulia Effendi
NRP : 10611500000059

Menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan data sekunder yang diambil dari :

Sumber : PDAM Surya Sembada Kota Surabaya
Keterangan : Data hasil uji laboratorium parameter kualitas produksi air di instalasi Penjernihan Air Minum (IPAM) Ngagel I PDAM Surya Sembada Kota Surabaya.

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

Surabaya, Juni 2018

Mengetahui,
Pejabat Pemberi Data


(Dra. Sri Rachmawati)
NIP. 1.96.00938

Yang Membuat
Pernyataan


(Adinda Nur Aulia E.)
NRP 10611500000059

Mengetahui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir


(Dra. Lucia Aridinanti, MT.)
NIP. 19610131 198701 2 001

BIODATA PENULIS



Nama lengkap penulis Adinda Nur Aulia Effendi biasa dipanggil Adin. Lahir di Surabaya, 01 September 1997. Penulis anak pertama dari empat bersaudara di dalam keluarga. Penulis adalah warga negara Indonesia, beragama Islam, dan bertempat tinggal di Taman Suko Asri C-10, Sidoarjo dan telah menempuh pendidikan

formal di TK Baabussalam Sidoarjo (2001-2003), SDN Geluran III Sidoarjo (2003-2009), SMPN 1 Taman Sidoarjo (2009-2012), dan SMAN 15 Surabaya (2012-2015), dan saat ini melanjutkan studinya di Diploma III Statistika Bisnis Fakultas Vokasi ITS angkatan 2015 yang biasa disebut “*HEROES*”. Semasa menempuh pendidikan, penulis aktif dalam suatu kegiatan baik di dalam kampus maupun di luar kampus. Pada tahun pertama penulis diamanahi sebagai sekertaris dan sie acara Karang Taruna, kemudian menjadi panitia Crew DATAMAGZ bagian reporter. Tahun kedua penulis menjadi elemen kaderisasi yaitu SC (*Stering Committee*), mengikuti kepanitiaan GERIGI ITS 2016, dan menjadi Sie Acara DAC (Data Analysis Competition) PRS (Pekan Raya Statistika). Tahun ketiga penulis bergabung dengan HIMADATA-ITS pada Departemen Minba, serta menjadi asisten dosen pada mata kuliah Statistika Non Parametrik dan Offstat. Segala kritik dan saran akan sangat diharapkan untuk perbaikan selanjutnya. Informasi lebih lanjut mengenai penulis, dapat dihubungi melalui *e-mail*: adindanurrae@gmail.com dan No. HP: 0822 3160 3102.