

**PENERAPAN DIAGRAM KONTROL *MULTIVARIATE*
EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE (MEWMA)
PADA PENGENDALIAN KARAKTERISTIK KUALITAS AIR
(Studi Kasus: Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal
Kota Semarang)**



SKRIPSI

Oleh:

Anastasia Arinda Dantika

24010211140091

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2015

**PENERAPAN DIAGRAM KONTROL *MULTIVARIATE*
EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE (MEWMA)
PADA PENGENDALIAN KARAKTERISTIK KUALITAS AIR
(Studi Kasus: Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal
Kota Semarang)**

Oleh:
Anastasia Arinda Dantika
24010211140091

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2015

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : PENERAPAN DIAGRAM KONTROL *MULTIVARIATE EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE (MEWMA)* PADA PENGENDALIAN KARAKTERISTIK KUALITAS AIR
(Studi Kasus : Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal Kota Semarang)

Nama : Anastasia Arinda Dantika

NIM : 24010211140091

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 22 Desember 2015 dan dinyatakan lulus pada tanggal 30 Desember 2015.

Semarang, 30 Desember 2015

Mengetahui,

-Ketua Jurusan Statistika
FSM UNDIP



Dra. Dwi Ispryanti, M.Si
NIP. 195709141986032001

Panitia Penguji Ujian Tugas Akhir

Ketua,

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the exam committee chair.

Drs. Sudarno, M.Si
NIP. 196407091992011001

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul :PENERAPAN DIAGRAM KONTROL *MULTIVARIATE EXponentially Weighted Moving Average (MEWMA)* PADA PENGENDALIAN KARAKTERISTIK KUALITAS AIR
(Studi Kasus : Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal Kota Semarang)

Nama : Anastasia Arinda Dantika

NIM : 24010211140091

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 22 Desember 2015.

Semarang, 30 Desember 2015

Pembimbing I



Prof. Mustafid, M.Eng, PhD

NIP. 195505281980013002

Pembimbing II



Moch. Abdul Mukid, S.Si.M.Si

NIP.197808172005011001

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**PENERAPAN DIAGRAM KONTROL *MULTIVARIATE EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE (MEWMA)* PADA PENGENDALIAN KARAKTERISTIK KUALITAS AIR (Studi Kasus: Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal Kota Semarang)**”.

Penulis menyadari dalam menyelesaikan skripsi ini bukan hanya oleh kemampuan penulis sendiri, melainkan berkat adanya dukungan, bimbingan dan doa dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si selaku Ketua Jurusan Statistika FSM UNDIP
2. Bapak Prof. Drs. Mustafid, M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing I dan Bapak Moch. Abdul Mukid, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing II skripsi yang telah membimbing proses pengerjaan skripsi ini.
3. Bapak/Ibu dosen jurusan Statistika Universitas Diponegoro.
4. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu penulis dalam pembuatan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Desember 2015

Penulis

ABSTRAK

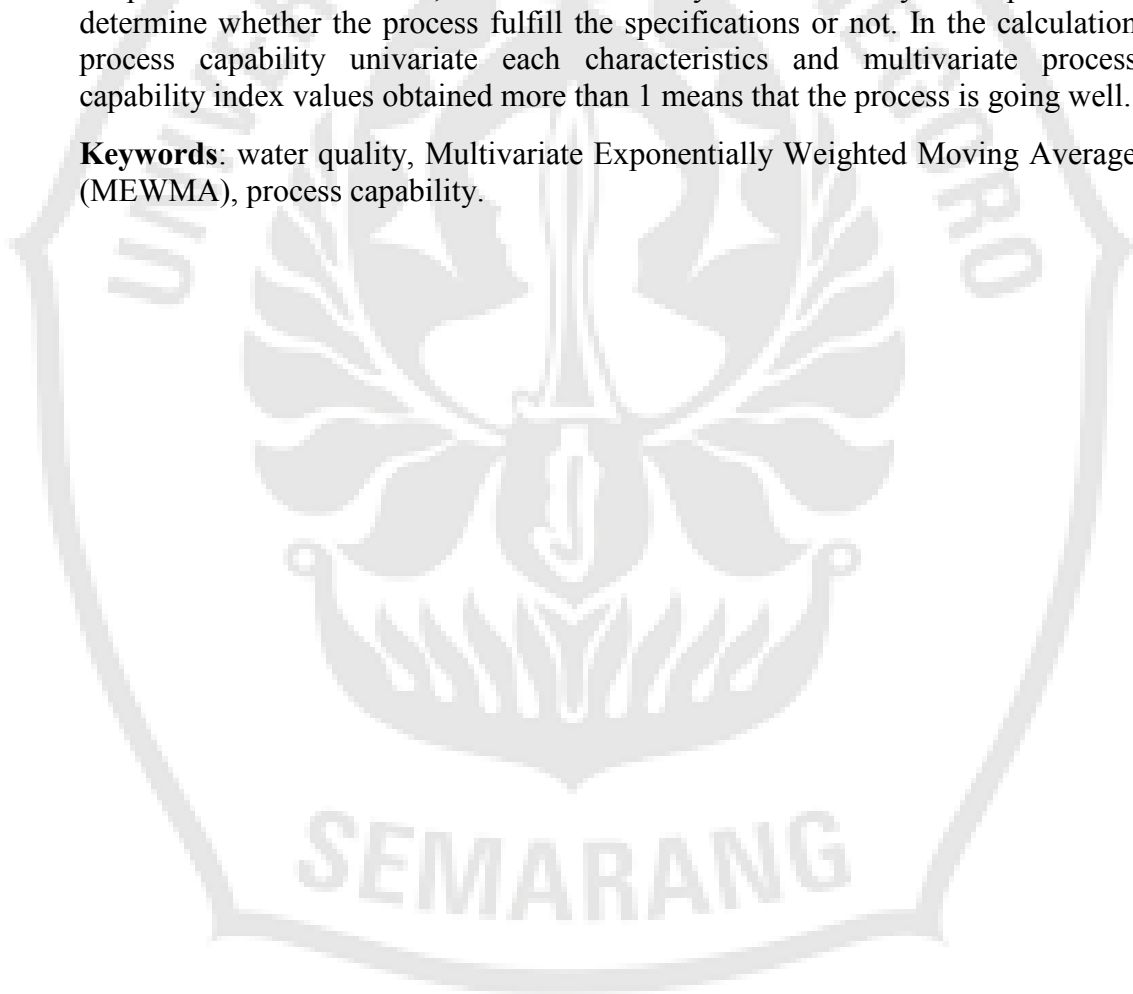
Pengolahan air dimaksudkan untuk merubah kualitas air yang semula tidak memenuhi syarat kesehatan menjadi air yang boleh dikonsumsi manusia dan harus memenuhi persyaratan dengan kadar parameter tertentu. Pengendalian kualitas dapat dilakukan dengan cara membentuk diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA). Pada diagram kontrol *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) untuk karakteristik kekeruhan, pH, besi dan mangan dengan besar pembobot $\lambda = 0,2$ dan lebar diagram kontrol $L = 2,8$ terlihat bahwa masing-masing karakteristik telah terkendali secara statistik. Sedangkan pada diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA) dengan besar pembobot $\lambda = 0,25$ dan BPA = 13,92658 terlihat bahwa proses terkendali secara statistik. Setelah proses terkendali maka dapat dilakukan analisis kemampuan proses untuk mengetahui apakah proses memenuhi spesifikasi atau tidak. Pada perhitungan kemampuan proses secara univariat masing – masing karakteristik dan secara multivariat diperoleh nilai indeks kemampuan proses lebih dari 1 artinya proses berjalan dengan.

Kata Kunci: kualitas air, *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA), kemampuan proses.

ABSTRACT

Water treatment is intended to change the original water quality that does not fulfill the health requirements become a water for human consumption and must comply with the levels of certain parameters. Quality control can be done by forming a Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA) control chart. In the Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) control chart for characteristic of turbidity, pH, ferro and manganese at $\lambda = 0.2$ and $L = 2,8$ shows that each characteristic has been controlled statistically. While in the Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA) control charts with $\lambda = 0.25$ and $UCL = 13.92658$ seen that process controlled statistically. Once the process is under control, it can be done analysis of the ability of the process to determine whether the process fulfill the specifications or not. In the calculation process capability univariate each characteristics and multivariate process capability index values obtained more than 1 means that the process is going well.

Keywords: water quality, Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA), process capability.



DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN I	ii
HALAMAN PENGESAHAN II	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air Minum	6
2.2 Proses Pengolahan Air	6
2.3 Parameter Kualitas Air Minum	9
2.4 Data Multivariat	13
2.5 Kualitas	15
2.6 Pengendalian Kualitas	17
2.7 Distribusi Normal Multivariat	17

2.8 Uji Distribusi Normal Multivariat	19
2.9 Diagram Kontrol	21
2.10 Diagram Kontrol Univariat <i>Exponentially Weighted Moving</i> <i>Average (EWMA)</i>	24
2.11 Diagram Kontrol <i>Multivariate Exponentially Weighted Moving</i> <i>Average (MEWMA)</i>	25
2.12 Kemampuan Proses	28
2.13 Diagram Sebab Akibat.....	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Populasi dan Sampel Data	32
3.2 Jenis dan Sumber Data	32
3.3 Proses Pengumpulan Data	32
3.4 Teknis Analisis Data	32
3.5 Kerangka Penelitian	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskripsi Data	36
4.2 Uji Normal Multivariat	37
4.3 Diagram Kontrol Univariat	38
4.4 Diagram Kontrol Multivariat	50
4.5 Kemampuan Proses Univariat	55
4.6 Kemampuan Proses Multivariat.....	58
BAB V KESIMPULAN	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Struktur Data Multivariat	13
Tabel 2. Struktur Data untuk Diagram Kontrol Multivariat.....	26
Tabel 3. Deskripsi Karakteristik Kualitas	36
Tabel 4. Nilai z_i untuk parameter kekeruhan dengan nilai $\lambda = 0,2$	39
Tabel 5. Nilai z_i untuk parameter pH dengan nilai $\lambda = 0,2$	42
Tabel 6. Nilai z_i untuk parameter besi dengan nilai $\lambda = 0,2$	45
Tabel 7. Nilai z_i untuk parameter mangan dengan nilai $\lambda = 0,2$	48
Tabel 8. Nilai Z_j untuk variabel kekeruhan, pH, besi dan mangan dengan $\lambda =$ 0,25.....	51
Tabel 9. Nilai statistik M_j dan BPA untuk variabel kekeruhan, pH, besi dan mangan	53
Tabel 10. Batas Spesifikasi	55
Tabel 11. Indeks Kemampuan Proses Univariat	57
Tabel 12. Kemampuan Proses Pengolahan Air	59

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Tahap –Tahap Pengolahan Air di PDAM Tirta Moedal Semarang ...	7
Gambar 2. Peralatan Pengolahan Air	7
Gambar 3. Diagram Kontrol.....	22
Gambar 4. Diagram Alir	35
Gambar 5. Diagram Kontrol Univariat EWMA untuk karakteristik kekeruhan..	40
Gambar 6. Diagram Kontrol Univariat EWMA untuk karakteristik pH	43
Gambar 7. Diagram Kontrol Univariat EWMA untuk karakteristik besi	46
Gambar 8. Diagram Kontrol Univariat EWMA untuk karakteristik mangan	49
Gambar 9. Diagram Kontrol MEWMA untuk karakteristik kekeruhan, pH, besi dan mangan	54

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Parameter Karakteristik Kualitas Air Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal Kota Semarang periode Januari 2014–Maret 2015.....	63
Lampiran 2. Nilai z-score untuk masing-masing variabel	65
Lampiran 3. Syntax R untuk Uji Normal Multivariat	67
Lampiran 4. Output Program R untuk Uji Normal Multivariat	68
Lampiran 5. Nilai z_i untuk parameter kekeruhan dengan nilai $\lambda = 0,2$	69
Lampiran 6. Nilai z_i untuk parameter pH dengan nilai $\lambda = 0,2$	71
Lampiran 7. Nilai z_i untuk parameter besi dengan nilai $\lambda = 0,2$	73
Lampiran 8. Nilai z_i untuk parameter mangan dengan nilai $\lambda = 0,2$	75
Lampiran 9. Nilai Z_j untuk variabel kekeruhan, pH, besi dan mangan dengan $\lambda = 0,25$	81
Lampiran 10. Nilai statistik M_j dan BPA untuk variabel kekeruhan, pH, besi dan mangan	83
Lampiran 11. Syntax R untuk Kemampuan Proses Multivariat.....	85
Lampiran 12. Kemampuan Proses Multivariat untuk variabel kekeruhan, pH, besi dan mangan	86
Lampiran 13. Tabel Kolmogorov-Smirnov	88



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Perusahaan mempunyai tanggung jawab untuk menjaga kualitas suatu produk agar sesuai standar dan memenuhi selera konsumen. Pengendalian produksi akan menghasilkan efisiensi proses produksi sehingga dapat meminimumkan biaya produksi dan memberikan keuntungan yang maksimal bagi perusahaan. Kualitas produk yang selalu terjaga akan menekan biaya perbaikan dan pengembalian produk serta memberi kepuasan bagi konsumen. Menurut Assauri (2004), pengendalian kualitas merupakan usaha untuk mempertahankan mutu dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan. Pengendalian kualitas merupakan salah satu fungsi yang penting dari suatu perusahaan, sehingga kegiatan ini ditangani oleh bagian pengendalian kualitas yang ada di perusahaan itu. Untuk itu maka perlu adanya pengendalian kualitas mulai dari pengendalian bahan baku, pengendalian kualitas proses produksi hingga produk siap untuk dipasarkan.

Pengendalian kualitas produk merupakan usaha untuk meminimalkan produk cacat dari produk yang dihasilkan perusahaan. Tanpa adanya pengendalian kualitas produk akan menimbulkan kerugian yang besar bagi perusahaan, karena penyimpangan-penyimpangan tidak diketahui sehingga perbaikan tidak bisa dilakukan dan akhirnya terjadi penyimpangan yang berkelanjutan. Sebaliknya bila pengendalian kualitas dilaksanakan dengan baik maka setiap terjadi

penyimpangan dapat langsung diperbaiki dan dapat digunakan untuk perbaikan proses produksi dimasa yang akan datang. Dengan demikian proses produksi produksi yang memperhatikan kualitas produk akan menghasilkan produk yang berkualitas bebas dari kerusakan dan kecacatan, sehingga membuat harga lebih kompetitif.

Salah satu cara untuk melakukan pengendalian kualitas adalah dengan diagram kontrol. Menurut Montgomery (2013), diagram kontrol merupakan alat untuk menggambarkan suatu karakteristik kualitas yang telah diukur atau dihitung dari sampel terhadap nomor sampel atau waktu. Diagram kontrol menunjukkan keadaan tak terkendali apabila satu atau beberapa titik jatuh di luar batas pengendali atau apabila titik-titik dalam grafik menunjukkan pola yang tidak random. Manfaat dari diagram kontrol yaitu mempermudah mengamati perubahan data dari waktu ke waktu, dapat melihat penyimpangan apabila proses tidak terkendali, dan menggambarkan kualitas dari suatu produk.

Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA) merupakan diagram kontrol multivariat yang digunakan untuk mendeteksi terjadinya perubahan *mean* proses. Diagram kontrol tersebut merupakan perluasan logika dari diagram kontrol EWMA (Montgomery, 2013). Dalam diagram kontrol MEWMA digunakan informasi di masa lalu dan masa kini sehingga lebih efisien dalam mendeteksi pergeseran yang kecil dalam proses.

Pemerintah Indonesia mensyaratkan kebutuhan air bersih bagi masyarakatnya didasarkan pada jumlah penduduk. Kota Semarang dengan jumlah penduduk > 1,4 juta jiwa adalah kota dengan kebutuhan air bersih sebesar 150-200 liter per orang perhari. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik

Indonesia Nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010, air bersih tersebut harus memenuhi persyaratan antara lain sebagai berikut: jernih, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, tidak beracun, pH netral dan bebas mikroorganisme. Namun kenyataannya ketersediaan air bersih secara alami sangat terbatas sehingga banyak masyarakat yang tidak mampu memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Pemerintah tersebut. Karena itu diperlukan upaya-upaya untuk mengolah air mentah menjadi air bersih dan mendistribusikannya kepada seluruh masyarakat.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010, air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radiokatif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.

Dalam kehidupan sehari-hari cara mengenal air yang memenuhi persyaratan fisik dapat dilakukan di laboratorium dan secara visual. Persyaratan fisik untuk air minum yang sehat adalah tidak berwarna, tidak berasa, suhu dibawah suhu udara diluarnya. Air untuk keperluan minum yang sehat harus bebas dari segala bakteri , terutama bakteri patogen. Air minum yang sehat harus mengandung zat-zat tertentu di dalam jumlah yang tertentu pula sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 492/MENKES/PER/IV/2010.

IPA III merupakan instalasi pengolahan air yang dimiliki PDAM Tirta Moedal Kota Semarang. Proses pengolahan air di IPA III merupakan proses pengolahan air baku yang berasal dari sungai Kaligarang dengan kualitas yang berubah ubah setiap waktu karena beberapa faktor yaitu limbah domestik , cuaca.

Dalam menentukan kualitas air, IPA III memiliki berbagai parameter yang dilakukan pemeriksaan setiap seminggu sekali. Parameter yang diperiksa diantaranya kekeruhan, pH, besi (Fe) dan mangan (Mn). Sistem pengendalian kualitas ini mengacu pada batas spesifikasi yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010.

Keempat parameter tersebut saling berhubungan secara kimawi. Jika kandungan besi (Fe) dan mangan (Mn) banyak di dalam air maka akan menyebabkan warna air menjadi kekuningan dan endapan warna putih. Di dalam air besi dan mangan dapat bereaksi dengan udara/oksigen di dalam air yang dapat membentuk endapan. Semakin rendah pH, maka akan menyebabkan besi dan mangan mengendap. Hal inilah yang memicu kekeruhan pada air. Karena masing-masing parameter saling berhubungan secara kimawi maka dapat digunakan diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA)*.

Hal ini yang mendorong peneliti untuk melakukan penelitian mengenai pengendalian proses produksi air di Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal Kota Semarang dengan menggunakan diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA)* dengan judul “ Penerapan diagram kontrol *Multivariate Exponentially Moving Average (MEWMA)* pada pengendalian karakteristik kualitas air (Studi Kasus: Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal Kota Semarang)”.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang akan dibahas adalah menerapkan diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA)* dalam

mengendalikan karakteristik kualitas air dan kemampuan proses dalam memenuhi batas-batas spesifikasi kualitas air pada Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal Kota Semarang

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dilakukan penelitian sebagai berikut:

1. Memanfaatkan diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA)* dalam mengendalikan karakteristik kualitas pada Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal Kota Semarang
2. Menghitung kemampuan proses dalam memenuhi batas-batas spesifikasi kualitas air pada Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal Kota Semarang

1.4 BATASAN MASALAH

Pada penelitian ini permasalahan dibatasi pada pemeriksaan kualitas air minum secara fisik dan kimia dengan parameter yaitu kekeruhan, pH, besi (Fe), Mangan (Mn) pada Instalasi Pengolahan Air III PDAM Tirta Moedal Kota Semarang. Pengukuran berdasarkan hasil yang dilakukan bagian kualitas PDAM Tirta Moedal Kota Semarang tiap minggu pada Januari 2014 sampai Maret 2015. Data karakteristik kualitas air tersebut akan digunakan dalam pembuatan diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA)* dan penghitungan kemampuan proses.