

**MONITORING *MEAN PROCESS* PADA KUALITAS AIR PDAM
TIRTA JENEBERANG DENGAN MENGGUNAKAN BAGAN
KENDALI MEWMA DAN MCUSUM**

*MONITORING THE MEAN PROCESS ON THE WATER
QUALITY OF PDAM TIRTA JENEBERANG BY USING MEWMA
AND MCUSUM CONTROL CHARTS*

ARDIANSYAH ABUBAKAR

H062201005



**PROGRAM MAGISTER STATISTIKA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**MONITORING *MEAN PROCESS* PADA KUALITAS AIR PDAM TIRTA
JENEBERANG DENGAN MENGGUNAKAN BAGAN KENDALI
MEWMA DAN MCUSUM**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Sains

Program Studi Magister Statistika

Disusun Oleh

ARDIANSYAH ABUBAKAR
H062201005

Kepada

**PROGRAM MAGISTER STATISTIKA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

TESIS

MONITORING *MEAN PROCESS* PADA KUALITAS AIR PDAM TIRTA JENEBERANG DENGAN MENGGUNAKAN BAGAN KENDALI MEWMA DAN MCUSUM

ARDIANSYAH ABUBAKAR

H062201005

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Program Studi Magister Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin
pada tanggal 08 Desember 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Dr. Dr. Georgina M. Tinungki, M.Si
NIP. 19620926 198702 2 001

Pembimbing Pendamping

Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.
NIP. 19750429 200003 2 001

Ketua Program Studi
Magister Statistika,

Dr. Dr. Georgina M. Tinungki, M.Si
NIP. 19620926 198702 2 001

Dekan Fakultas Matematika dan
Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin,



Dr. Eng. Amiruddin, M.Si
Nip. 19720515 199702 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul *Monitoring Mean Process* pada Kualitas Air PDAM Tirta Jeneberang dengan Menggunakan Bagan Kendali MEWMA dan MCUSUM adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si dan Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (International Journal of Research Publications (IJRP.ORG) ISSN: 2708-3578 Vol. 110 Issue 1 page 362-372, October 2022) sebagai artikel dengan judul "*Monitoring Variability Process of Water Quality PDAM Tirta Jeneberang using MEWMV Control Chart*".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 08 Desember 2022

Yang Menyatakan,



Ardiansyah Abubakar
NIM. H062201005

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tesis ini. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa apa yang dikemukakan dalam tesis ini masih jauh dari kesempurnaan yang merupakan sebagai akibat dari keterbatasan kemampuan serta berbagai kesulitan yang penulis hadapi dalam penyusunan tesis ini.

Penulis memanjatkan doa kepada Tuhan Yang Maha Esa agar memberikan rahmat-Nya kepada pihak yang banyak membantu dalam penyelesaian tesis ini. Penulis juga percaya tesis ini dapat selesai bukan hanya dengan kekuatan pikiran penulis semata akan tetapi karena bantuan dari berbagai pihak juga, baik selama proses perkuliahan bahkan sampai proses pengerjaan tesis di Program Magister Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Namun demikian, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca karya tulis ini demi sempurnanya tesis ini.

Terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta dan saudariku atas doa yang tak pernah putus, dukungan serta segala kebaikan mereka yang sampai kapan pun takkan pernah bisa terbalaskan atas kasih sayang yang tiada henti dalam penyelesaian tesis ini. Selanjutnya, saya ingin menyampaikan juga rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.** selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. **Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam beserta seluruh jajarannya.

3. **Dr. Nurtiti Sanusi, M.Si.** selaku Ketua Departemen Statistika sekaligus salah satu tim penguji tesis yang telah memberikan ilmu, dukungan, dan motivasi kepada penulis dalam berbagai hal selama menjalani Pendidikan di Departemen Statistika.
4. **Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si.** selaku Ketua Program Studi Magister Statistika dan Pembimbing Utama yang telah bersabar dan bersedia meluangkan banyak waktunya untuk membimbing penulis dan memberikan masukan dalam penyelesaian tesis ini..
5. **Dr. Erna Tri Herdiani, M.Si** selaku Pembimbing Pertama yang telah bersabar dan bersedia meluangkan banyak waktunya untuk membimbing penulis dan memberikan masukan dalam penyelesaian tesis ini.
6. **Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si** selaku penguji penulis yang telah bersedia memberikan masukan-masukan dan arahan dalam penyusunan tesis.
7. **Dr. Nirwan, M.Si** selaku penguji penulis yang telah bersedia memberikan masukan-masukan dan arahan dalam penyusunan tesis.
8. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Program Studi Magister Statistika Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin atas ilmu dan pengalaman yang dimiliki selama perkuliahan berlangsung sehingga memberikan banyak manfaat bagi penulis untuk saat ini maupun masa dimasa mendatang.
9. Pimpinan PDAM Tirta Jeneberang Kabupaten Gowa serta Jajarannya atas bantuannya dalam memberikan data penelitian untuk tesis ini.
10. Kepala Dinas Pemberdayaan dan Masyarakat Desa, Pemerintah Kecamatan dan Pemerintah Desa Pattallassang Kabupaten Gowa atas bantuan dan dukungan kepada penulis sehingga bisa sampai ke tahap ini.
11. Teman-teman **Colombus** (Kaur Keuangan Kec. Pattallassang) atas dukungan dan pengertiannya selama Penulis kuliah dan menyelesaikan tesis ini.

12. Teman – teman Mahasiswa Program Magister Statistika angkatan Angkatan 2 yaitu **Bakry, Firman Saputra, A. Nurhayati Latief, Nurul Fadhilah, Alfi Nurkhauly** dan **Mita Astuti** serta seluruh Angkatan lainnya, terima kasih atas nasehat dan dukungan yang sangat luar biasa kepada penulis.

Semoga Allah SWT memberikan pahala yang berlipat ganda atas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dan semoga penulisan tesis ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam dunia statistika dan data sains.

Makassar, Desember 2022

Ardiansyah Abubakar

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
ABSTRACT	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pengendalian Kualitas	7
2.2 Statistik Deskriptif	7
2.3 Data Multivariat	8
2.4 Distribusi Normal Multivariat	9
2.5 Uji Normalitas Multivariat	9
2.6 Uji Korelasi	10
2.7 Bagan Kendali	10
2.8 Bagan Kendali MEWMA	11
2.9 Bagan Kendali MCUSUM	12
2.10 Kapabilitas Proses	13
2.11 <i>Average Run Length (ARL)</i>	14
2.12 Kualitas Produksi Air PDAM Tirta Je'ne'berang Gowa	15
2.13 Kerangka Konseptual	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Lokasi dan Sumber Data Penelitian	17

3.2	Variabel Penelitian	17
3.3	Metode Analisis	17
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1	Bagan Kendali <i>Multivariate Exponentially Weighted Moving Average</i> (MEWMA).....	19
4.2	Bagan Kendali <i>Multivariate Cumulative Sum</i> (MCUSUM).....	23
4.3	Kinerja Bagan Kendali Berdasarkan Kinerja ARL	24
4.4	Deskriptif Karakteristik Kualitas Air Fase	28
4.5	Uji Distribusi Normal Multivariat Kualitas Air	29
4.6	Uji Korelasi Kualitas Air	31
4.7	Analisis Data Dengan Bagan Kendali MEWMA Fase I	32
4.8	Analisis Data Dengan Bagan Kendali MEWMA Fase II	35
4.9	Analisis Kapabilitas Proses	35
BAB V	PENUTUP	38
5.1	Kesimpulan	38
5.2	Saran	38
	DAFTAR PUSTAKA	39
	LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Konseptual.....	16
Gambar 4.1 Grafik Nilai ARL pada Pergerakan Vektor	
Mean Pertama	27
Gambar 4.2 Grafik Nilai ARL pada Pergerakan Vektor	
Mean Keseblas	27
Gambar 4.3 Grafik Nilai ARL pada Pergerakan Vektor	
Mean Kedelapanbelas	28
Gambar 4.4 Scatterplot d_t^2 dengan $\chi_{\alpha,2}^2$	31
Gambar 4.5 Bagan Kendali MEWMA dengan $\lambda = 0,05$	32
Gambar 4.6 Bagan Kendali MEWMA dengan $\lambda = 0,1$	33
Gambar 4.7 Bagan Kendali MEWMA dengan $\lambda = 0,8$	34
Gambar 4.8 Bagan Kendali MEWMA Fase II	35

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel Nilai ARL Bagan Kendali MEWMA	25
Tabel 4.2 Tabel Nilai ARL Bagan Kendali MCUSUM	26
Tabel 4.3 Statistik Deskriptif Karakteristik Kualitas Air PDAM Tirta Jeneberang Kabupaten Gowa.....	29
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan d_i^2 dengan $\chi_{\alpha,2}^2$ Fase I.....	30
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan MEWMA untuk Masing-masing Pembobot	34
Tabel 4.6 Batas Spesifikasi Kualitas Air Minum.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	<i>Syntax</i> ARL Bagan Kendali MEWMA	42
Lampiran 2.	<i>Syntax</i> ARL Bagan Kendali MCUSUM	44
Lampiran 3.	Perbandingan jarak mahalanobis dengan nilai chi-kuadrat	46
Lampiran 4.	Data PDAM Tirta Je'ne'berang Kabupaten Gowa Tahun 2020 Fase I	49
Lampiran 5.	<i>Syntax</i> MATLAB untuk Bagan Kendali MEWMA	51
Lampiran 7.	Output Bagan Kendali MEWMA untuk Masing -masing Pembobot	53
Lampiran 8.	Data PDAM Tirta Je'ne'berang Kabupaten Gowa Tahun 2020 Fase II	56

ABSTRAK

ARDIANSYAH ABUBAKAR. **Monitoring Mean Process pada Kualitas Air PDAM Tirta Jeneberang dengan Menggunakan Bagan Kendali MEWMA dan MCUSUM** (dibimbing oleh Dr. Dr. Gerogina Maria Tinungki, M.Si dan Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si)

Kualitas suatu produk dikatakan berkualitas tidak dapat dilihat dari output yang dihasilkan tetapi pada saat produk tersebut sedang diproses. Sehingga industri mampu melakukan improvement serta menetapkan jika karakteristik kualitas produk/jasanya masih dalam batas-batas yang masih dapat ditoleransi pelanggan. Salah satu teknik yang digunakan dalam pengendalian proses adalah menggunakan bagan kendali. Bagan kendali yang memantau beberapa karakteristik kualitas secara bersamaan disebut bagan kendali multivariat. Bagan kendali multivariat yang dapat memonitoring mean process adalah MEWMA dan MCUSUM. Kedua bagan kendali tersebut kemudian dibandingkan nilai ARL dimana menghasilkan bagan kendali MEWMA memiliki nilai ARL lebih kecil dari bagan kendali MCUSUM sehingga bagan kendali MEWMA digunakan dalam memonitoring mean process kualitas Air Tirta Jeneberang. Berdasarkan hasil monitoring diperoleh data mulai terkendali secara statistik pada pembobot 0,8 dengan BKA sebesar 10,58 untuk kedua fase. Hal tersebut menunjukan pembobot 0,8 merupakan pembobot yang paling efektif dalam mendeteksi mean process dengan tidak adanya data out of control. Selanjutnya untuk hasil kapabilitas proses diperoleh nilai CP secara multivariate lebih dari 1, artinya proses produksi air PDAM Tirta Jeneberang Kabupaten Gowa dikatakan capable atau baik.

Kata kunci: Bagan Kendali, ARL, MEWMA, MCUSUM, Kapabilitas Proses.

ABSTRACT

ARDIANYSAH ABUBAKAR. ***Monitoring the Mean Process on the Water Quality of PDAM Tirta Jeneberang by Using the MEWMA and MCUSUM Control Charts***

(supervised by Dr. Dr. Gerogina Maria Tinungki, M.Si and Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si)

The quality of a product is said to be quality not when the product is produced but when it is processed. So that the industry can make improvements and determine whether the product/service quality characteristics are still within the limits that customers can tolerate. A control chart is one of the techniques used in process control. Multivariate control charts are used to monitor multiple quality characteristics at the same time. MEWMA and MCUSUM are multivariate control charts that can monitor the mean process. When the two control charts are compared to the performance of the ARL, the MEWMA control chart has a lower ARL value than the MCUSUM control chart, so the MEWMA control chart is used to monitor the mean process of Tirta Jeneberang Water quality. Based on the monitoring results, it was determined that the data started to be statistically controlled at a weight of 0.8 and a UCL of 10.58 for both phases. This demonstrates that in the absence of out of control data, the weighting of 0.8 is the most effective in detecting the mean process. Furthermore, the C_p value obtained in a multivariate manner for process capability results is greater than 1, indicating that the water production process of PDAM Tirta Jeneberang Gowa Regency is capable or effective.

Keywords: Control Chart, ARL, MEWMA, MCUSUM, Process Capability.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas dari suatu produk yang dihasilkan dari suatu proses produksi sangatlah berarti untuk kemajuan/kelangsungan suatu perusahaan ataupun industri. Kualitas suatu produk dikatakan berkualitas tidak dapat dilihat dari output yang dihasilkan tetapi pada saat produk tersebut sedang diproses. Oleh karena itu, pengendalian proses (*process control*) ialah aspek yang sangat berarti dalam menghasilkan produk ataupun jasa. Proses Statistik Kontrol (*Statistical Process Control*) ialah alat bantu dalam mengatur proses produksi secara statistik. Dengan menggunakan proses statistik kontrol ini, diharapkan proses-proses yang dijalankan oleh suatu industri dalam keadaan terkontrol. Proses statistik kontrol dibutuhkan sebab produk ataupun jasa yang dihasilkan bermacam-macam. Variasi ataupun variabilitas merupakan ketidakseragaman hasil dari suatu produk/jasa yang tidak memenuhi spesifikasi. Variasi proses terdiri dari dua faktor, yakni faktor universal (*Common Cause*) serta faktor special (*Assignable Cause or Special Cause*). Konsumen menuntut produk/jasa dengan variabilitas yang sekecil-kecilnya. Oleh sebab itu, industri mesti melaksanakan improvement serta menetapkan jika variasi/variabilitas karakteristik kualitas produk/jasanya masih dalam batas-batas yang masih dapat ditoleransi pelanggan (berada dalam spesifikasi). Salah satu teknik yang digunakan untuk mengendalikan variabilitas proses adalah menggunakan bagan kendali.

Montgomery (2009) mendefinisikan kondisi tidak terkendali sebagai satu atau lebih titik yang berada di luar batas kendali atau titik-titik pada grafik yang menampilkan pola tidak random. Bagan kendali adalah salah satu teknik pengendalian proses statistik yang paling banyak digunakan di dunia industri, yang diperkenalkan oleh Dr. Walter E. Shewhart pada tahun 1924. Bagan kendali pertama kali diperkenalkan untuk memantau karakteristik kualitas. Namun, seiring kemajuan teknologi, suatu produk diamati dan diukur menggunakan sejumlah karakteristik kualitas yang berkorelasi. Bagan kendali terdiri dari dua macam berdasarkan banyaknya karakteristik yaitu bagan kendali univariat dan multivariat. Bagan kendali

univariat merupakan bagan kendali yang memantau satu karakteristik namun seringkali pada saat proses monitoring dan pengendalian proses melibatkan lebih dari satu karakteristik kualitas. Oleh karena itu, dikembangkanlah bagan kendali multivariat yang bertujuan mampu mengakomodir pengendalian proses dengan melibatkan lebih dari satu karakteristik kualitas. Bagan kendali multivariat mempertimbangkan hubungan antar variabel dari suatu proses multivariat untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dibandingkan bagan kendali univariat. Selain itu bagan kendali multivariat bertujuan mendeteksi adanya perubahan dalam proses univariat (Bodnar dan Schmid, 2007). Selanjutnya Bersimis, dkk. (2007), memantau dua atau lebih karakteristik kualitas yang berkorelasi secara terpisah menjadi tidak efisien dan mengarah pada kesimpulan yang tidak benar. Oleh karena itu, bagan kendali multivariat dibuat untuk memantau beberapa karakteristik kualitas secara bersamaan. Bagan kendali multivariat telah dikembangkan baru-baru ini seperti Bagan Kendali multivariat CUSUM, Bagan Kendali T^2 Hotelling, Bagan Kendali MEWMA, Bagan Kendali MEWMV, Bagan Kendali MNP, Bagan Kendali dari chisquare, CCC dan C-chart dan lain-lain. Dari beberapa macam Bagan Kendali tersebut, pada penelitian ini difokuskan pada Bagan Kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA) dan Bagan Kendali *Multivariate Cumulative Sum* (MCUSUM) dimana kedua bagan kendali tersebut dapat digunakan dalam mendeteksi adanya pergeseran rata-rata.

Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA) merupakan bagan kendali multivariat yang digunakan untuk mendeteksi terjadinya perubahan *mean* proses. Kelebihannya adalah tahan atau robust terhadap data yang tidak mengikuti distribusi normal multivariat, sehingga ketika data tidak memenuhi asumsi normal maka bagan kendali ini masih bisa digunakan. Bagan kendali multivariat ini digunakan untuk dua atau lebih karakteristik kualitas, dengan adanya korelasi antar karakteristik kualitas. Sedangkan bagan kendali *Multivariate Cumulative Sum* (MCUSUM) dirancang untuk mendeteksi pergeseran kecil dalam vector rata-rata yang disebabkan adanya *Assignable Cause* atau penyebab khusus. Bagan kendali MCUSUM menggunakan jumlah kumulatif deviasi dari setiap vector acak yang diamati sebelumnya dibandingkan dengan nilai nominal untuk memantau vektor rata-rata dari proses multivariat. Dari hal tersebut kemudian dipilihlah kedua bagan

kendali multiavariat tersebut karena dianggap dapat robust terhadap distribusi normal dan lebih sensitif terhadap pergeseran rata-rata sehingga cepat mendeteksi adanya data yang tidak terkendali.

Penerapan bagan kendali dalam dunia industri telah banyak dilakukan, salah satunya pada pengendalian kualitas air PDAM. Air adalah salah satu unsur yang paling utama dalam menunjang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, dimana peranannya tidak dapat digantikan oleh unsur lainnya. Berbagai aktivitas manusia senantiasa membutuhkan air dalam jumlah besar seperti pada kegiatan ekonomi dan sosial, misalnya industri, rumah sakit, perhotelan, perdagangan, perkantoran, pendidikan. Jumlah kebutuhan air berbeda-beda untuk masing-masing kegiatan tersebut, persyaratan mutunya bergantung pada jenis aktivitas yang bersangkutan. Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi masyarakat, kebutuhan air juga mengalami peningkatan, baik dari sisi jumlah maupun mutu (Suprihatin & Suparno, 2013). Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Jeneberang Kabupaten Gowa diberi wewenang untuk menyelenggarakan jasa pelayanan air minum yang memenuhi syarat dan dimanfaatkan untuk masyarakat. PDAM Tirta Jeneberang memiliki laboratorium yang berfungsi sebagai tempat untuk mengukur dan meneliti karakteristik kualitas yang digunakan sebagai penentu kualitas air terdiri dari warna, kekeruhan, jumlah zat padat terlarut, zat organik dan mangan. Kondisi yang terjadi di masyarakat terkadang mengeluhkan kualitas air yang diproduksi oleh perusahaan tersebut seperti warna yang keruh, berbau dan memiliki tingkat zat padat yang tinggi.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Oktaria H, 2009) mengenai penerapan diagram kontrol MEWMA dan MEWMV pada proses produksi coca-cola 1,5L dengan hasil bahwa penerapan diagram kontrol MEWMA untuk pengontrolan mean proses dari karakteristik kualitas gas volume dan brix dengan berbagai pembobot memberikan hasil bahwa mean proses dalam keadaan terkontrol dan terbukti bahwa semakin kecil pembobot akan semakin sensitive dalam melakukan pengontrolan. Selanjutnya Osayamore dan Siloko (2019) menyimpulkan Bagan kendali MEWMA yang diperoleh pada level *alpha* (α) yang berbeda serta *parameter smoothing* (λ) memiliki kemampuan untuk mendeteksi pergeseran kecil, sedang dan besar dalam setiap proses produksi. Batas kontrol menurun jika nilai *alpha* (α)

dinaikkan karena pada dasarnya lebih mudah untuk mendeteksi pergeseran yang lebih besar daripada pergeseran yang lebih kecil. Kesimpulannya Bagan kendali MEWMA yang dihasilkan membantu untuk mengambil keputusan yang akan meningkat terutama dalam mengidentifikasi perubahan kecil dan besar dalam proses produksi. Sari, dkk. (2020) membandingkan kinerja grafik pengendali CUSUM dengan MCUSUM untuk mengontrol kuat tekan semen komposit tipe Portland atau PCC. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa grafik pengendali MCUSUM lebih sensitif dibanding dengan grafik pengendali CUSUM dalam mengendalikan pengamatan data di luar kendali. Alves, dkk., (2013) membandingkan sensitifitas dan ARL dari bagan kendali MCUSUM dan T^2 Hotelling dengan hasil bagan kendali MCUSUM lebih sensitif dalam mendeteksi pergeseran rata-rata dengan memiliki nilai ARL yang lebih kecil.

Pada penelitian ini akan membandingkan kinerja dari bagan kendali MEWMA dan MCUSUM berdasarkan nilai *Average Run Length* (ARL_1). Hasil perbandingan tersebut akan dipilih bagan kendali mana yang memiliki kinerja ARL yang lebih kecil dan baik kemudian akan digunakan untuk memonitoring data karakteristik kualitas air PDAM Tirta Jeneberang Kabupaten Gowa. Selanjutnya akan dilakukan pengendalian kualitas air PDAM dengan menggunakan bagan kendali multivariat dimana pada proses tersebut melibatkan lebih dari satu karakteristik kualitas air PDAM. Setelah proses dianggap dalam keadaan terkendali secara statistik, selanjutnya menentukan seberapa konsisten proses tersebut mampu memenuhi spesifikasi atau persyaratan pelanggan. Kemampuan proses biasanya dilakukan dengan menggunakan rasio kapabilitas atau biasa disebut indeks kapabilitas yang bertujuan untuk menghindari adanya produk cacat atau produk yang menyimpang dari spesifikasi dimasa akan datang.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti mengaplikasikan bagan kendali multivariat dalam mendeteksi pergeseran rata-rata berdasarkan kinerja ARL yang terbaik, yang dituliskan dalam sebuah tugas akhir dengan judul **"Monitoring Mean Process pada Kualitas Air PDAM Tirta Jeneberang dengan Menggunakan Bagan Kendali MEWMA dan MCUSUM"**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan nilai ARL dari bagan kendali MEWMA dan MCUSUM dalam mendeteksi pergeseran rata-rata?
2. Bagaimana analisis bagan kendali yang memiliki nilai ARL yang baik dalam memonitoring pergeseran rata-rata pada kualitas air PDAM Tirta Jeneberang?
3. Bagaimana kapabilitas proses pada kualitas air PDAM Tirta Jeneberang berdasarkan hasil monitoring pergeseran rata-rata bagan kendali yang memiliki kinerja terbaik?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui perbandingan nilai ARL dari bagan kendali MEWMA dan MCUSUM dalam mendeteksi pergeseran rata-rata.
2. Mengetahui analisis bagan kendali yang memiliki nilai ARL yang baik dalam memonitoring pergeseran rata-rata pada kualitas air PDAM Tirta Jeneberang.
3. Mendapatkan hasil kapabilitas proses pada kualitas air PDAM Tirta Jeneberang berdasarkan hasil monitoring pergeseran rata-rata bagan kendali yang memiliki nilai terbaik.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini dapat menambah pengetahuan tentang pengendalian kualitas statistik menggunakan bagan kendali MEWMA dan MCUSUM. Serta dapat dijadikan masukan atau usulan kepada pihak perusahaan dalam menentukan strategi pengendalian kualitas di masa yang akan datang sebagai upaya peningkatan kualitas produk .

1.5 Batasan Masalah

Agar tidak menimbulkan penafsiran yang lebih luas, beberapa asumsi diberikan sebagai batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Metode yang digunakan dalam menentukan kinerja ARL adalah metode simulasi untuk kedua bagan kendali.
2. Kinerja ARL yang terbaik dari kedua bagan kendali selanjutnya digunakan untuk memonitoring pergeseran rata-rata pada data kualitas air PDAM Tirta Jeneberang.
3. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari PDAM Tirta Jeneberang Kabupaten Gowa IPA Pandang-Pandang Tahun 2020 yang dibagi dalam 2 fase. Fase pertama untuk periode Januari hingga Juni dan Fase kedua untuk periode Juli hingga Desember.
4. Perhitungan kapabilitas proses dilakukan pada jumlah data yang terkontrol secara statistik atau jumlah data yang *in control*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas atau yang lebih banyak dikenal dengan *Statistical Process Control* (SPC) merupakan salah satu bagian yang penting dalam pemantauan suatu proses agar kualitas produk yang dihasilkan tetap terjaga. Sedangkan pengendalian kualitas secara statistik yaitu sebuah proses yang digunakan untuk menjaga standar, mengukur dan melakukan tindakan perbaikan terhadap produk atau jasa yang diproduksi (Hiezer & Render, 2006). Pengendalian kualitas dilakukan agar dapat menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang sesuai dengan standar yang diinginkan dan direncanakan, serta memperbaiki kualitas produk yang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan sedapat mungkin mempertahankan kualitas yang telah sesuai. Tujuan dari pengendalian kualitas adalah:

1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
3. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

Hal tersebut menunjukkan bahwa untuk mendapatkan jaminan bahwa kualitas produk atau jasa yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan dengan mengeluarkan biaya yang ekonomis atau serendah mungkin maka proses produksi harus diperhatikan.

2.2 Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif merupakan statistik yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data sampel atau populasi sebagaimana adanya, tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum yang bersifat menguraikan gejala kuantitatif secara numeris dari gejala tersebut dapat ditafsirkan lebih jauh informasi apa dibalik data. (Sugiyono, 2007). Menurut Agresti dan Franklim (2007) Statistik Deskriptif adalah metode untuk merangkum sekumpulan data,

rangkuman ini biasanya berbentuk grafik dan kumpulan angka seperti nilai rata-rata, nilai maximum, nilai minimum dan variansi. Olehnya itu statistik deskriptif mempunyai tujuan untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran objek yang diteliti sebagaimana adanya tanpa menarik kesimpulan atau generalisasi. Dalam statistika deskriptif ini dikemukakan cara penyajian data dalam bentuk tabel maupun diagram, penentuan rata-rata (*mean*), modus, median, rentang, serta simpangan baku.

2.3 Data Multivariat

Data multivariat adalah data yang diperoleh dengan mengukur lebih dari satu variabel pada setiap individu sampel yang bertujuan menemukan dan menafsirkan struktur atau ciri-ciri yang mendasari data agar struktur atau ciri yang ditemukan bermakna. Data multivariat dapat dituliskan dalam bentuk matriks, sehingga disebut matriks data multivariat. Dalam analisis multivariat sering kali dihadapkan pada masalah pengamatan yang dilakukan pada suatu periode waktu untuk $p > 1$ variabel atau karakter. Akan digunakan notasi x_{ij} yang mendefinisikan objek ke- i pada variabel ke- j . Menurut Johnson dan Wichern (2007), secara umum sampel data multivariat dapat disajikan dalam bentuk sebagai berikut:

	Var-1	Var-2	...	Var- j	...	Var- p
Objek-1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1j}	...	x_{1p}
Objek-2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2j}	...	x_{2p}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	...	$\vdots$
Objek- i	x_{i1}	x_{i2}	...	x_{ij}	...	x_{jp}
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	...	$\vdots$
Objek- n	x_{n1}	x_{n2}	...	x_{nj}	...	x_{np}

Atau dapat ditulis dalam bentuk matriks X sebagai berikut

$$X_{n.p} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{jp} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nj} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ \vdots \\ x'_n \end{bmatrix}$$

Keterangan:

x_{ij} = Objek ke- i pada variabel ke- j

n = Banyaknya item atau objek

p = Banyaknya variabel

Dapat juga dinotasikan dengan $X = x_{ij}; i=1,2, \dots, n$ dan $j = 1,2, \dots, p$

2.4 Distribusi Normal Multivariat

Salah satu asumsi yang harus dipenuhi untuk melakukan pengendalian kualitas menggunakan bagan kendali multivariat adalah data berdistribusi normal multivariat. Distribusi normal multivariat merupakan perluasan dari fungsi distribusi normal univariat untuk $p \geq 2$. Vektor random yang terdiri atas p komponen $X = (X_1, X_2, \dots, X_p)^t$ dikatakan berdistribusi normal dengan vektor mean μ dan matriks variansi-kovariansi Σ , jika fungsi kepadatan peluang bersama $X_1, X_2, \dots, X_p$ adalah (Johnson dan Wichern, 2007):

$$f(\mathbf{X}) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{1/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(\mathbf{X}-\mu)^t \Sigma^{-1}(\mathbf{X}-\mu)\right\} \quad (2.1)$$

Selanjutnya vektor random X yang berdistribusi normal p -variat tersebut diberi lambang $X \sim N_p(\mu, \Sigma)$.

2.5 Uji Normalitas Multivariat

Pengujian asumsi normal multivariat dapat dilakukan dengan menghitung ukuran jarak mahalanobis pada setiap pengamatan dan hipotesis yang akan digunakan adalah sebagai berikut (Johnson & Wichern, 2007):

H_0 : Data berdistribusi normal multivariat

H_1 : Data tidak berdistribusi normal multivariat

Selanjutnya prosedur untuk melakukan pengujian normal multivariat dilakukan dengan membuat plot jarak Mahalanobis (d_i^2) dan distribusi *Chi-Square*

$\left(\chi_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2\right)$ sebagai berikut:

1. Menghitung jarak Mahalanobis dengan rumus $d_i^2 = (\mathbf{X}_i - \mu)' \mathbf{S}^{-1} (\mathbf{X}_i - \mu)$,
2. Setiap d_i^2 akan mengikuti sebaran *Chi-Square* $\left(\chi_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2\right)$ dengan $\chi_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2$ adalah distribusi *Chi-Square* dengan p adalah banyaknya variabel prediktor,

3. Mengurutkan nilai d_i^2 terkecil sampai terbesar. Plot *Chi-Square* akan memeriksa apakah d_i^2 mengikuti sebaran *Chi-Square* atau tidak dengan mengurutkan nilai d_i^2 ,
4. Membuat plot antara $\left(d_i^2; \chi_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2\right)$ dan
5. H_0 diterima jika lebih dari 50% dari nilai $d_i^2 \leq \chi_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2$, hal ini berarti data dikatakan berdistribusi normal multivariat. Jika lebih kecil dari 50% maka H_0 ditolak.

2.6 Uji Korelasi

Variabel $X_1, X_2, \dots, X_p$ dikatakan bersifat saling bebas apabila matriks korelasi antar variabel membentuk matriks identitas. Untuk menerapkan bagan kendali multivariat, data harus memenuhi asumsi bahwa antar variabel berkorelasi. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut (Marrison, 1990):

$H_0: \mathbf{R} = \mathbf{I}$ (tidak ada korelasi antar variabel)

$H_1: \mathbf{R} \neq \mathbf{I}$ (ada korelasi antar variabel)

Dengan statistik uji sebagai berikut:

$$\chi_{hitung}^2 = \left[n - 1 - \frac{2p + 5}{6} \right] \ln |\mathbf{R}| \quad (2.1)$$

Sehingga keputusan menerima H_0 yang berarti antar variabel berkorelasi jika nilai $\chi_{hitung}^2 \geq \chi_{(\alpha, \frac{1}{2}p(p-1))}^2$ dengan n adalah jumlah observasi, p adalah jumlah variabel, $\mathbf{R}$ adalah matriks korelasi dari masing-masing variabel dan $\chi_{(\alpha, \frac{1}{2}p(p-1))}^2$ adalah nilai distribusi Chi-Square dengan tingkat kepercayaan sebesar α dan derajat bebas sebesar $\frac{1}{2}p(p-1)$.

2.7 Bagan kendali

Bagan kendali adalah suatu alat statistik untuk mengendalikan kualitas (Iriawan dan Astuti, 2006). Bagan kendali ini digunakan untuk menentukan keberadaan suatu proses apakah berada di dalam kendali atau di luar kendali statistik. Bagan kendali merupakan suatu alat pengendalian kualitas statistik yang secara grafis memberi gambaran tentang perilaku sebuah proses. Bagan kendali digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi bagaimana keadaan suatu proses dengan cara menetapkan batas-batas kendali dan garis tengah. Batas kendali yang

dimaksud adalah batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL) yang merupakan batas penyimpangan yang berada diatas garis tengah dan batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) yang merupakan batas penyimpangan yang berada dibawah garis tengah. Tujuan dari bagan kendali ini adalah untuk menentukan apakah hasil kerja atau suatu proses masih bisa dipertahankan pada taraf kualitas yang dapat diterima dan untuk mengawasi proses yakni apakah perubahan perlu dilakukan (Ronald *et all*, 2002).

Menurut Montgomery (2009) berdasarkan data yang digunakan, bagan kendali dapat diklasifikasikan menjadi 2 jenis, yaitu bagan kendali atribut dan bagan kendali variabel. Apabila digunakan untuk memonitor karakteristik kualitas yang diklasifikasikan berdasarkan sifat produk tersebut seperti cacat dan tidak cacat maka bagan kendali ini disebut bagan kendali atribut. Sedangkan apabila digunakan untuk memonitor karakteristik kualitas yang sifatnya terukur maka bagan kendali ini disebut bagan kendali variabel.

2.8 Bagan kendali MEWMA

Bagan kendali *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA) merupakan pengembangan dari bagan kendali EWMA yang digunakan untuk mendeteksi terjadinya mean proses yang kecil secara multivariat. Kelebihan bagan kendali MEWMA adalah *robust* terhadap asumsi distribusi normal, sehingga ketika data tidak memenuhi asumsi normal maka bagan kendali ini masih bisa digunakan (Montgomery, 2009). Bagan kendali MEWMA digunakan untuk mendeteksi pergeseran rata-rata proses yang kecil pada data multivariat dengan sampel individual. Bagan kendali MEWMA mengakumulasi informasi yang didapat dari masa lampau, sehingga membuat bagan kendali MEWMA lebih sensitif untuk mendeteksi pergeseran rata-rata yang kecil serta *robust* terhadap normal pada pengamatan individual. Berikut adalah vektor observasi bagan kendali MEWMA:

$$\mathbf{Z}_0 = \boldsymbol{\mu}_0 \quad (2.3)$$

$$\mathbf{Z}_i = \lambda \mathbf{X}_i + (1 - \lambda)\mathbf{Z}_{i-1}; i \geq 1. \quad (2.4)$$

Dimana nilai $0 \leq \lambda \leq 1$, $i = 1, 2, \dots, n$ dengan $\mathbf{Z}_0 = 0$, $\mathbf{X}_i$ adalah vector sampel pengamatan ke- i yang berdistribusi normal multivariat dan λ adalah pembobot. Dimana matriks varian dan kovarian sebagai berikut:

$$\text{Var}_{\mathbf{z}_i} = \frac{\lambda(1 - (1 - \lambda)^{2i})}{2 - \lambda} \Sigma \quad (2.5)$$

Dengan:

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

m = jumlah pengamatan

Σ = Matriks varian kovarian dari data

λ = Pembobot yang bernilai $0 \leq \lambda \leq 1$

Adapun data yang akan diplot pada bagan kendali adalah sebagai berikut:

$$T_i^2 = \mathbf{z}_i \text{Var}_{\mathbf{z}_i}^{-1} \mathbf{z}_i^T \quad (2.6)$$

Selanjutnya nilai batas kendali atas dalam bagan kendali MEWMA dinyatakan dalam h_4 . Nilai h_4 diperoleh berdasarkan nilai pembobot λ yang telah ditentukan. Proses dikatakan terkendali apabila nilai pengamatan lebih kecil dari batas kendali atau $T_i^2 < h_4$.

2.9 Bagan Kendali MCUSUM

Bagan kendali *Multivariate Cumulative Sum* (MCUSUM) merupakan pengembangan multivariat dari bagan kendali univariat CUSUM. yang diusulkan oleh Page pada tahun 1961. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan sensitivitas bagan kendali T^2 Hotelling yang diperkenalkan sebelumnya untuk memantau rata-rata vektor dari proses multivariate. Bagan kendali MCUSUM membandingkan jumlah kumulatif deviasi dari setiap vektor acak yang diamati sebelumnya dengan nilai nominal untuk memantau vektor rata-rata dari proses multivariat. Pignatiello dan Runger (1990) memperkenalkan bagan kendali MCUSUM yang didasarkan pada bentuk kuadrat dari vector rata-rata dimana mengakumulasi $\mathbf{X}$ vector sebelum menghasilkan bentuk kuadrat.

Bagan kendali MCUSUM untuk mendeteksi pergeseran rata-rata didefinisikan sebagai berikut:

$$MC_t = \max\{|\mathbf{C}_t| - kn_t, 0\} \quad (2.7)$$

MC_t merupakan statistik MCUSUM untuk pengamatan ke- t , dimana $t = 1, 2, \dots, n$ dan k merupakan nilai referensi atau nilai *slack*. Penentuan batas kendali atas (h) didapatkan melalui pendekatan dengan kriteria ARL_0 . ARL_0 merupakan rata-rata jumlah titik yang harus diplotkan sehingga didapatkan titik *out of control* pada saat proses terkendali.

2.10 Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses merupakan suatu tahapan yang harus dilakukan dalam mengadakan pengendalian proses statistik (*Statistical Process Control*) dan merupakan suatu studi guna menaksir kapabilitas proses dalam bentuk distribusi probabilitas yang mempunyai bentuk, rata-rata (*Mean*), dan penyebaran (*Standard Deviation*). Kapabilitas proses dilakukan apabila variabilitas dan rata-rata sudah stabil (Ariani, 2005). Suatu proses disebut mempunyai kapabilitas jika proses tersebut mempunyai kemampuan untuk menghasilkan *output* yang berada dalam batas spesifikasi yang diharapkan. Dengan nilai rata-rata dari proses sama dengan nilai target yang diharapkan dan besar rentang spesifikasi yang diinginkan perusahaan lebih besar dari rentang batas terkontrol pada produk yang dihasilkan.

Suatu proses dikatakan capable apabila penyebaran proses aktual lebih kecil daripada sebaran yang diizinkan oleh perusahaan dengan syarat data berdistribusi normal. Indeks kapabilitas proses adalah suatu analisis yang digunakan untuk menganalisis variabilitas yang relatif terhadap spesifikasi produk dan suatu proses dikatakan baik atau *capable* apabila nilai $C_p > 1$ (Montgomery, 2013).

Indeks kapabilitas proses pada proses multivariat dapat dihitung jika data memenuhi asumsi berdistribusi normal multivariat dan prosesnya sudah terkendali. Indeks kapabilitas proses diperoleh dengan persamaan berikut (Kotz dan Johnson, 1993).

$$C_p = \frac{K}{\chi_{\alpha, df}^2} \left(\frac{(n-1)p}{g} \right)^{1/2} \quad (2.14)$$

dengan:

n : banyaknya pengamatan yang terkendali dalam grafik pengendali

p : banyaknya variabel

$\chi_{\alpha, df}^2$: nilai *chi-square*, dengan α adalah tingkat signifikansi dan df adalah derajat kebebasan yang besarnya sama dengan jumlah variabel

K : daerah proses sebenarnya, diperoleh dengan persamaan berikut:

$$K^2 = (\bar{\mathbf{X}} - \boldsymbol{\xi})^T \mathbf{S}^{-1} (\bar{\mathbf{X}} - \boldsymbol{\xi}) \quad (2.15)$$

$\bar{\mathbf{X}}$: vector rata-rata berukuran $p \times 1$

$\mathbf{S}^{-1}$: invers matriks variansi-kovariansi

ξ : vektor nilai target dari batas spesifikasi variabel $\xi = \xi_1, \xi_2, \dots, \xi_p$ dengan

$$\xi_j = \frac{(BSA_j + BSB_j)}{2}, j = 1, 2, \dots, p \quad (2.16)$$

dan

$$g = \sum_{i=1}^n (\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}})^T \mathbf{A}^{-1} (\mathbf{X}_i - \bar{\mathbf{X}}) \quad (2.17)$$

Matriks $\mathbf{A}$ merupakan nilai dari setiap karakteristik kualitas yang diperoleh dengan persamaan:

$$\mathbf{A} = \mathbf{X}^T \mathbf{X} \quad (2.18)$$

2.11 Average Run Length (ARL)

Average Run Length (ARL) merupakan rata-rata pengamatan yang harus diplotkan pada bagan kendali sebelum sampai terdeteksi adanya data *out of control*. ARL berfungsi untuk mengukur sejauh mana kinerja bagan kendali dalam mendeteksi perubahan suatu proses. ARL apat ditentukan dengan 3 pendekatan yaitu simulasi, integral dan *Markov Chain* (Wen Lu dan Reynolds, 2001). ARL sendiri terbagi mejadi 2 yaitu ARL_0 (ARL *in control*) dan ARL_1 (ARL *out of control*).

ARL_0 dapat diartikan sebagai rata-rata titik pengamatan yang harus diplot sampai ditemukannya pengamatan yang *out of control*, pada saat proses berada pada kondisi *in control*. Sedangkan ARL_1 dapat diartikan sebagai rata-rata titik pengamatan yang diplot sampai ditemukannya pengamatan yang *out of control* pada proses dalam kondisi *out of control*. Nilai ARL yang diperoleh dengan pendekatan hasil simulasi yang didefinisikan sebagai nilai rata-rata *Run Length* (RL) dari semua replikasi dalam simulasi. RL merupakan jumlah titik pengamatan hingga ditemukannya *out of control* yang pertama untuk masing-masing replikasi. Sehingga jika nilai ARL yang dihasilkan semakin kecil, maka sampel yang dibutuhkan untuk memberikan sinyal perubahan proses pun semakin kecil atau dengan kata lain semakin kecil nilai ARL maka semakin cepat pula bagan bagan kontrol dapat mendeteksi peubahan proses, sehingga bagan kontrol tersebut semakin efektif untuk mendeteksi perubahan proses (Delsen, 2016).

2.12 Kualitas Produksi Air PDAM Tirta Je'ne'berang Gowa

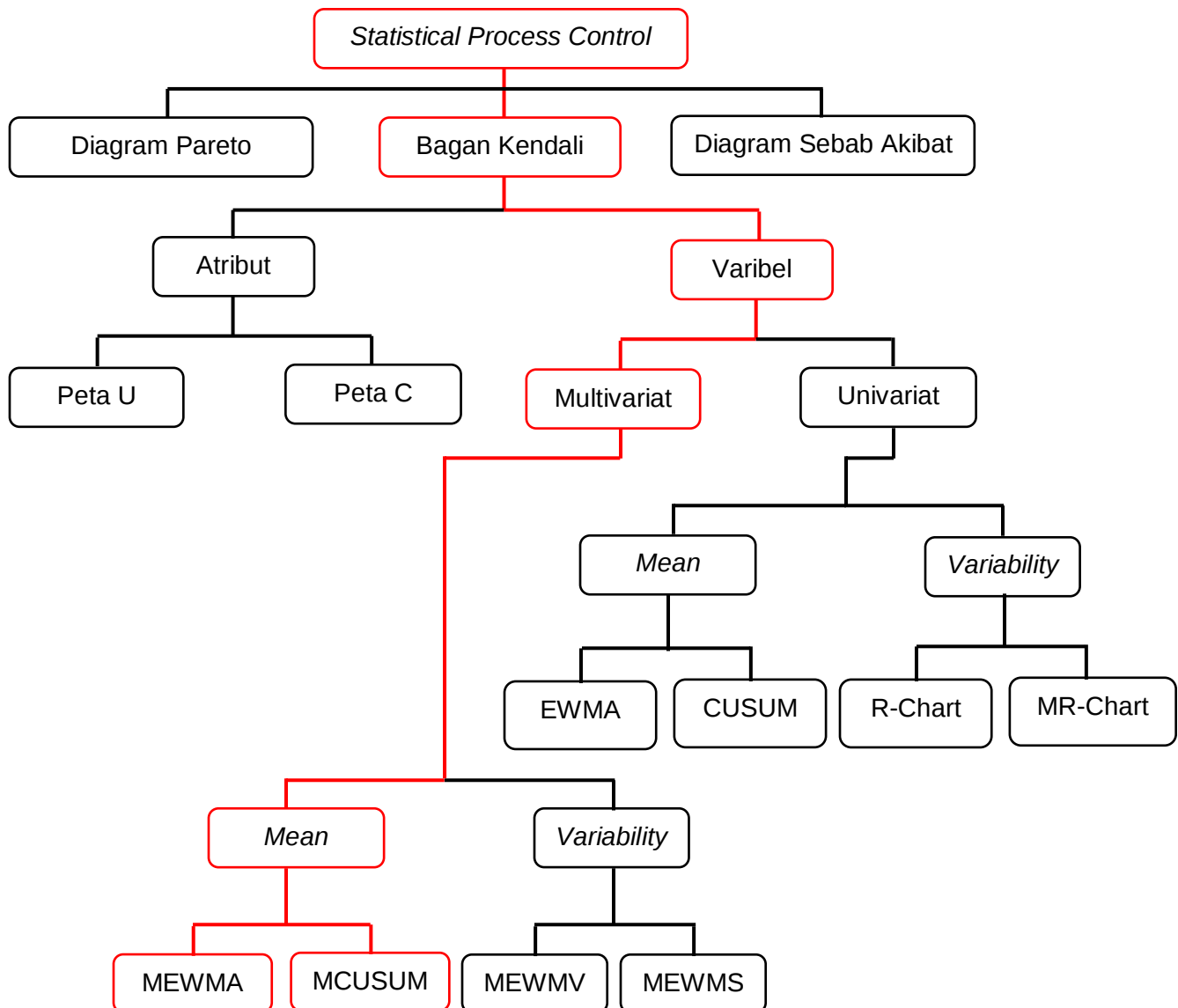
Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan manusia, serta untuk memajukan kesejahteraan umum, sehingga merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Je'ne'berang Kabupaten Gowa adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi air bersih yang memiliki visi yakni menjadi penyedia air minum terbaik di Indonesia melalui pelayanan yang baik dan menjadi kebanggaan karyawan dan masyarakat serta memiliki misi menggunakan mutu dan pelayanan demi kepuasan masyarakat, menjadi tempat karyawan PDAM Tirta Jeneberang untuk berprestasi dan mengembangkan diri serta menjadi salah satu aset kebanggaan masyarakat (Permenkes RI, 2010).

Tahapan pengolahan air di PDAM Tirta Je'ne'berang Gowa sebagai berikut:

1. *Pra Sedimentasi* adalah proses pengendapan untuk memisahkan benda-benda tersuspensi secara gravitasi seperti pasir kasar, pasir halus, dan lumpur dari air baku.
2. Proses *aerasi* terjadi di aerator, dengan bentuk bangunan *cascade* (bertingkat), bertujuan untuk memperbanyak intensitas kontak antara air baku (air sungai) dengan oksigen. Hal ini berfungsi untuk meningkatkan *dissolved oxygen*/ oksigen terlarut dalam air, pengurangan kandungan bahan organik lainnya, serta untuk menghilangkan bau, warna, dan rasa.
3. *Koagulasi* adalah proses pemberian koagulan ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) atau tawas cair dengan maksud mengurangi gaya tolak menolak antara partikel koloid (*dissolve solid*) atau lumpur sehingga partikel koloid (lumpur) tersebut bisa bergabung menjadi flok-flok kecil. Flokulasi adalah proses pemberian flokulan dengan *polymer* anionik/dukem dengan maksud menggabungkan flok-flok (lumpur) kecil menjadi besar dan stabil sehingga terpisah dengan supernatannya, yang pada akhirnya flok-flok tersebut mengendap di *sludge zone* sedangkan supernatannya (air yang sudah diendapkan lumpurnya) mengalir ke filter.
4. *Filtrasi* merupakan proses pemisahan padatan yang tidak dapat dipisahkan pada proses sebelumnya, tetapi melalui proses penyaringan cepat dengan menggunakan media pasir silika dan batu gravel.

5. *Disinfeksi* adalah proses membunuh bakteri yang masih ada di air dengan menggunakan disinfektan gas *chlor*.
6. *Reservoir* adalah tandon air yang berfungsi sebagai tempat penampungan air bersih yang berasal dari proses desinfeksi, air ini sudah menjadi air yang bersih yang siap digunakan dan harus dimasak terlebih dahulu untuk kemudian dapat dijadikan air minum.

2.13 Kerangka Konseptual



Gambar 2.1 Kerangka Konseptual