

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sebuah komponen ekosistem yang sangat penting dalam kehidupan makhluk hidup, air bersih harus memenuhi persyaratan dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492/KEMENKES/PER/IV/2010. Namun kenyataannya ketersediaan air bersih secara alami sangat terbatas sehingga banyak masyarakat yang tidak mampu memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh Pemerintah (Maharani dkk., 2018), karena itu diperlukan upaya-upaya untuk mengolah air mentah menjadi air bersih dan pendistribusian kepada seluruh masyarakat. Pengelolaan sumber daya air sangat penting, agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dengan tingkat mutu yang diinginkan, pada PERMENKES 2010 telah diatur untuk setiap penyelenggara air minum wajib menjamin air minum yang diproduksinya aman bagi kesehatan. PDAM Tirta Je'ne'berang Kab. Gowa merupakan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) Kab. Gowa yang mengelola air menjadi air layak konsumsi, dengan memperhatikan kualitas air sebelum pendistribusian kepada masyarakat

Pada pengendalian kualitas statistik menyediakan pendekatan yang sistematis dan terukur untuk meningkatkan kualitas produk atau layanan, pengendalian kualitas statistik memungkinkan sebuah perusahaan untuk mendeteksi berbagai masalah atau penyimpangan dari standar kualitas produk secara dini. Pengendalian kualitas statistik juga mengacu pada pendekatan dalam manajemen kualitas untuk memantau dan mengendalikan proses produksi atau layanan agar sesuai dengan standar yang ditetapkan, dengan menggunakan proses kualitas statistik ini, diharapkan proses-proses yang dijalankan oleh suatu produksi dalam keadaan terkontrol. Tujuan peningkatan kualitas yaitu pengurangan kesalahan dalam proses dan produk. Hal ini menyiratkan bahwa jika kesalahan yang terjadi menurun, maka kualitas produk meningkat (Montgomery D. , 2005). Dalam pengendalian kualitas statistik dengan memantau dan mengendalikan sebuah proses produksi, salah satu alat dalam pengendalian kualitas statistik adalah peta kendali.

Peta kendali pertama kali diperkenalkan oleh Walter A. Shewhart pada tahun 1920-an. Menurut Montgomery (2005) peta kendali adalah alat yang digunakan dalam pengendalian kualitas statistik untuk memantau proses secara terus-menerus. Peta kendali membantu dalam mengidentifikasi apakah suatu proses berada dalam kendali statistik atau mengalami penyimpangan yang mungkin perlu ditindaklanjuti. Proses yang i menandakan kualitas produk yang baik (Ariani, 2004). Dalam dli salah satu jenis peta kendali adalah Exponentially Weighted VMA). Peta kendali EWMA sering digunakan untuk mendeteksi ngamatan yang normal dan saling bebas. Peta kendali EWMA juga i untuk menyaring noise atau fluktuasi acak dalam data karena ioh besar pada data terbaru (Patel & Divecha, 2011).



Peta kendali terdiri dari dua macam berdasarkan banyaknya karakteristik yaitu peta kendali univariate dan multivariate. Peta kendali univariate merupakan peta kendali yang memantau satu karakteristik namun seringkali pada saat proses monitoring dan pengendalian proses melibatkan lebih dari satu karakteristik kualitas. Oleh karena itu, dikembangkanlah peta kendali EWMA menjadi peta kendali Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA) dalam memantau lebih dari satu karakteristik kualitas, sehingga penelitian ini difokuskan pada peta kendali MEWMA (Irma dkk., 2022).

MEWMA merupakan peta kendali multivariate yang digunakan untuk mendeteksi terjadinya perubahan mean proses. Kelebihanannya adalah tahan atau robust terhadap data yang tidak mengikuti distribusi normal multivariate, sehingga ketika data tidak memenuhi asumsi normal maka peta kendali ini masih bisa digunakan. Namun, seiring berjalan waktu penggunaan MEWMA yang mengasumsikan bahwa data adalah independen dan identik terdistribusi, bisa memberikan sinyal false alarm jika diterapkan pada data yang memiliki autokorelasi (Khusna dkk., 2021).

Penelitian sebelumnya yang telah menggunakan MEWMA untuk mendeteksi terjadinya mean proses diantaranya, Johana dan Wibawati (2014) menerapkan peta kendali MEWMA dan MEWMV pada pengendalian kualitas air produksi di LPAM Ngagel I, Itsna Niswatus Shofwah (2019) menerapkan peta kendali MEWMA menggunakan Copula Clayton, serta Ardiansyah Abubakar (2022) menerapkan peta kendali MEWMA dan MCUSUM untuk monitoring mean proses pada kualitas air PDAM Tirta Je'ne'berang, tetapi tidak memperhatikan sinyal false alarm dalam pengendaliannya. Sinyal false alarm dapat menunjukkan adanya ketidakaturan dalam proses yang tidak terduga. Meskipun ini bukan perubahan yang signifikan, tetapi bisa menjadi indikasi awal adanya gangguan dalam proses pengendalian kualitas (Khusna dkk., 2021). Oleh karena itu, dalam mengatasi sinyal false alarm atau masalah yang timbul karena autokorelasi, penggunaan model time series seperti Autoregressive (AR) atau Vector Autoregressive (VAR) dapat mendeteksi dan menghilangkan autokorelasi dari data asli. Berdasarkan Pan dan Jarret (2007) VAR merupakan sebuah pengembangan dari model AR untuk data time series yang multivariate, model VAR dirancang untuk mendeteksi hubungan autokorelasi antar variabel dalam data multivariate dan memiliki keuntungan khusus, terutama menghilangkan autokorelasi pada data.

Penggunaan residual dari model VAR dalam peta kendali memiliki keuntungan dalam memantau autokorelasi dari proses multivariate. Residual ini mewakili kesalahan yang tidak dapat dijelaskan oleh hubungan antar variabel di model VAR, sehingga bermanfaat untuk mengidentifikasi perubahan signifikan dalam proses atau kualitas produk. Model VAR dirancang untuk menangkap hubungan autokorelasi antar variabel dalam data multivariate. Residual yang dihasilkan adalah variabel yang diharapkan tidak memiliki autokorelasi, karena VAR telah mengeluarkan pola autokorelasi yang ada.



nya memungkinkan untuk memodelkan hubungan kompleks antar waktu multivariate, tetapi juga berguna dalam pengawasan kualitas proses dengan mengintegrasikan informasi residual ke dalam alat-alat kendali. Sargan dan Zaid (2006) menyajikan sebuah tinjauan alam analisis time series multivariate. Model VAR digunakan untuk an dinamis antar variabel yang saling mempengaruhi, dan

memastikan bahwa residual dari model tidak menunjukkan pola autokorelasi yang signifikan setelah estimasi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Abubakar (2022) yang telah mengaplikasikan peta kendali multivariate pada kinerja ARL yang terbaik dan membandingkan kinerja MEWMA dan MCUSUM dan tidak memperhatikan sinyal false alarm pada kasusnya, penelitian Lin (2013) yang membahas Penerapan Metode Statistik Multivariat untuk Mengevaluasi Kualitas Air di Instalasi Pengolahan Air, peneliti tertarik untuk menggunakan residual dari Model VAR untuk mendeteksi terjadinya perubahan mean proses dengan judul penelitian “Peta Kendali Multivariate Exponentially Weighted Moving Average Berbasis Vector Autoregressif Untuk Monitoring Kualitas Air PDAM Tirta Je’ne’berang”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk estimasi parameter MEWMA Berbasis *Vektor Autoregressive*?
2. Bagaimana peta kendali MEWMA Berbasis Vektor Autoregressive untuk monitoring kualitas Air PDAM Tirta Je’ne’berang?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini dirincikan sebagai berikut:

1. Menggunakan data PDAM Tirta Jeneberang Kabupaten Gowa IPA Pandang-Pandang Tahun 2023 dengan Parameter kualitas air Kekeruhan dan Sisa Klor.
2. Metode estimasi model VAR menggunakan Ordinary Least Square (OLS).

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Memperoleh hasil estimator parameter MEWMA Berbasis VAR.
2. Mendapatkan hasil peta kendali MEWMA Berbasis VAR untuk Monitoring Kualitas Air PDAM Tirta Je’ne’berang.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Meningkatkan pemahaman yang dapat diterapkan dalam pembelajaran dan pengajaran pada mata kuliah yang berkaitan dengan statistik, pengendalian proses, atau analisis multivariat secara umum. Memperdalam wawasan mengenai penerapan MEWMA dalam pengendalian proses multivariat dengan memanfaatkan autoregresif (VAR) secara khusus.
2. Meningkatkan kemampuan untuk memantau dan mengontrol kualitas air secara efisien sehingga mampu memastikan bahwa air yang disediakan dapat memenuhi standar kualitas yang ditetapkan.



1.6 Landasan Teori

1.6.1 Vector Autoregressive (VAR)

Model Vector Autoregressive (VAR) merupakan salah satu pemodelan dalam analisis time series yang bersifat multivariate yang banyak digunakan dalam mendeteksi hubungan autokorelasi antar variabel dalam data multivariate dan memiliki keuntungan khusus, terutama dalam menghilangkan autokorelasi pada data. Secara umum, model VAR dalam forecasting adalah:

$$X_t = \Phi_1 X_{t-1} + \Phi_2 X_{t-2} + \dots + \Phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t, \quad t = p+1, \dots, T \quad (1)$$

dengan:

$X_t = [x_{1,t} \quad x_{2,t} \quad \dots \quad x_{k,t}]'$ adalah vektor variabel pada waktu ke- t yang berukuran $(k \times 1)$.

Φ_j adalah matriks koefisien untuk setiap lag ke- j yang berukuran $(k \times k)$.

$\varepsilon_t = [\varepsilon_{1,t} \quad \varepsilon_{2,t} \quad \dots \quad \varepsilon_{k,t}]'$ adalah residual pada waktu t yang berukuran $(k \times 1)$ dan diasumsikan mengikuti $\varepsilon_t \sim N(0, \Sigma)$

p adalah jumlah lag yang digunakan dalam model.

Sebelum model VAR diterapkan, diperlukan pemenuhan asumsi dasar terhadap data, salah satunya adalah stasioneritas. Data time series dikatakan stasioner jika nilai rata-rata, varians, dan kovariansnya bersifat konstan terhadap waktu. Oleh karena itu, langkah awal yang sangat penting dalam penerapan model VAR adalah melakukan pengujian asumsi.

1.6.1.1 Uji Stationeran Data

Uji kestasioneran data dapat dideteksi secara formal menggunakan uji Augmented Dickey-Fuller (ADF). Uji ini melihat terdapat unit root di dalam model atau tidak. Unit root dapat pula dipandang sebagai uji stasioneritas. Hal ini karena pada prinsipnya uji tersebut dimaksudkan untuk menguji koefisien tertentu dalam model autoregressive yang ditaksir mempunyai nilai 1 atau tidak. Statistik uji pada uji stasioneritas dapat dihitung dengan menggunakan ADF hitung (Sihombing & Susilowati, 2019). Uji ADF dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0: \phi = 1$ (terdapat unit root atau data tidak stationer)

$H_1: \hat{\phi} < 1$ (tidak terdapat unit root atau data stationer)

Statistik uji:

$$ADF_{hitung} = \frac{\hat{\phi} - 1}{SE(\hat{\phi})} \quad (2)$$

Dengan



$$\left. r_{t-1}^2 \right) \Bigg]^{1/2} \\ \frac{(\hat{\phi} Y_{t-1})^2}{-1}$$

Jika H_0 ditolak, maka data stasioner, yang berarti tidak mengandung unit root dan sifat statistik data tidak berubah seiring waktu.

1.6.1.2 Penentuan Lag VAR

Pemeriksaan lag digunakan untuk menentukan panjang lag optimal yang akan digunakan dalam analisis selanjutnya dan akan menemukan estimasi parameter untuk model VAR. Dalam model VAR, Panjang lag menunjukkan derajat bebas. Model terbaik adalah model yang memiliki nilai Akaike Information Criterion (AIC) terkecil. Kriteria tersebut dirumuskan pada persamaan (3):

$$AIC = -2 \ln(L) + 2k \quad (3)$$

Dengan $\ln(L)$ adalah logaritma natural dari nilai maksimum fungsi likelihood (log-likelihood) dari model dan k adalah parameter yang di estimasi, dalam penentuan lag optimal digunakan jumlah dari AIC yang paling kecil diantara berbagai lag yang diajukan (Kiraly & Hangya, 2022).

1.6.1.3 Uji Kausalitas

Uji kausalitas Granger yaitu metode yang digunakan untuk menganalisis hubungan kausalitas antar variabel yang diamati suatu variabel mempunyai hubungan dua arah (saling mempengaruhi), mempunyai hubungan satu arah saja atau bahkan tidak ada hubungan antar variabel tersebut (Wulandary, 2020). Menurut Irdam (2007) bentuk persamaan dari Uji Kausalitas Granger dua variabel ditunjukkan pada persamaan (4) dan (5):

$$Y_{1t} = \phi_{10} + \sum_{i=1}^p \phi_{1i} Y_{1,t-1} + \sum_{i=1}^m \phi_{2i} Y_{2,t-1} + a_{it} \quad (\text{Model tak Terbatas}) \quad (4)$$

$$Y_{1t} = \phi_{10} + \sum_{i=1}^p \phi_{1i} Y_{1,t-1} + a_{it} \quad (\text{Model terbatas}) \quad (5)$$

Hipotesis uji kualitas granger adalah sebagai berikut:

H_0 : X tidak kausalitas terhadap Y

Y tidak kausalitas terhadap X

H_1 : X kausalitas terhadap Y

Y kausalitas terhadap X

Uji yang digunakan untuk pengambilan keputusan adalah uji F sebagai berikut:

$$F = \frac{\frac{(SSE_R - SSE_{UR})}{p}}{\frac{SSE_{UR}}{(n-k)}} \quad (6)$$

$$SSE_R = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (7)$$

$$SSE_{UR} = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{UR})^2 \quad (8)$$



keputusan: Tolak H_0 jika $F_{hitung} > F_{(a,p,n-k)}$ atau $P_{value} > \alpha$.

1.6.1.4 Uji Autokorelasi

Autokorelasi adalah suatu kondisi ada atau tidaknya korelasi antara variabel gangguan (residual) pada periode tertentu dengan variabel gangguan pada periode sebelumnya. Uji asumsi autokorelasi menggunakan uji Portmanteau. Statistik uji Portmanteau yaitu untuk mendiagnostik independensi residual (Febrianti dkk., 2021). Adapun hipotesis uji Portmanteau Q sebagai berikut:

H_0 = (Residual tidak ada autokorelasi)

H_1 = (Residual terdapat ada autokorelasi)

Statistik uji yang digunakan adalah

$$Q = T(T+2) \sum_{h=1}^h \frac{\hat{r}_h^2}{T-h} \quad (9)$$

Dengan T adalah banyaknya residual, $\hat{r}_h$ adalah autokorelasi antar residual, dan h adalah panjang lag. Jika nilai $p - value > \alpha$ maka terima H_0 atau tidak ada komponen autokorelasi yang signifikan hingga lag ke h .

1.6.2 Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA)

Peta kendali Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA) merupakan pengembangan dari bagan kendali EWMA yang digunakan untuk mendeteksi terjadinya mean proses yang kecil secara multivariat. Peta kendali MEWMA juga digunakan untuk mendeteksi pergeseran mean proses yang kecil pada data multivariat dengan sampel individual juga mengakumulasi informasi yang didapat dari masa lampau, sehingga dalam membuat peta kendali MEWMA jauh lebih sensitif dalam mendeteksi pergeseran rata-rata yang kecil (Abubakar, 2022). Berikut adalah vektor observasi peta kendali MEWMA:

$$Z_0 = 0 \quad (9)$$

$$Z_i = \lambda X_i + (1 - \lambda)Z_{i-1}; \quad i \geq 1 \quad (10)$$

Dengan nilai $0 \leq \lambda \leq 1$, $i = 1, 2, \dots, n$ dengan $Z_0 = 0$, X_i adalah vektor sampel pengamatan ke- i yang berdistribusi normal multivariat dan λ adalah pembobot. Dengan matriks varian dan kovarian adalah ditunjukkan pada persamaan (11):

$$\Sigma_{Z_i} = Var_{Z_i} = \frac{\lambda(1-(1-\lambda)^2i)}{2-\lambda} \Sigma \quad (11)$$

Dengan $i = 1, 2, \dots, n$ dan λ = Pembobot yang bernilai $0 \leq \lambda \leq 1$. Adapun data yang selanjutnya akan di buat grafik pada peta kendali MEWMA, menggunakan rumusan T-hotelling pada persamaan (2.13):

$$T_i^2 = Z_i' \Sigma_{Z_i}^{-1} Z_i \quad (12)$$



T_i^2 dari peta kendali atas dalam peta kendali MEWMA dinyatakan h_4 dari h_4 dapat diperoleh berdasarkan nilai pembobot λ yang telah eta kendali MEWMA dapat disimpulkan terkendali apa bila nilai cil dari batas kendali pada persamaan (13):

$$T_i^2 < h_4 \quad (13)$$

Langkah awal yang sangat penting dalam penerapan model Peta Kendali MEWMA adalah melakukan pengujian asumsi.

1.6.2.1 Uji Normalitas Multivariat

Pengujian asumsi normal multivariate 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* $\left(X_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2\right)$ sebagai berikut:

1. Menghitung jarak Mahalanobis dengan rumus $d_i^2 = (X_i - \mu)'S^{-1}(X_i - \mu)$
2. Setiap d_i^2 akan mengikuti sebaran *Chi-Square* $\left(X_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2\right)$ dengan $X_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2$ adalah distribusi *Chi-Square* dengan p adalah banyaknya variabel predictor.
3. Mengurukan nilai d_i^2 terkecil sampai terbesar. Plot *Chi-Square* akan memeriksa apakah d_i^2 mengikuti sebaran *Chi-Square* atau tidak dengan mengurukan nilai d_i^2
4. Membuat plot antara $\left(d_i^2; X_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2\right)$
5. H_0 diterima jika lebih dari 50% dari nilai $d_i^2 \leq X_{\frac{1}{n}(i-0,5),p}^2$ hal ini berarti data dikatakan berdistribusi normal multivariat. Jika lebih kecil dari 50% maka H_0 ditolak

1.6.2.2 Uji Korelasi

Variabel $X_1, X_2, \dots, X_p$ dikatakan bersifat saling bebas apabila matriks korelasi antar variabel membentuk matriks identitas. Pengujian yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel yang akan diteliti adalah Uji Barlett. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut (Kristy, Mustafid, & Sudarno, 2020) :

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

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

Dengan statistic uji sebagai berikut:

$$X_{hitung}^2 = \left[n - 2 - \frac{2p + 5}{6} \right] \ln |\mathbf{R}|$$

Sehingga keputusan menerima H_0 yang berarti antar variabel bersifat bebas jika nilai $X_{hitung}^2 \leq X_{(a, \frac{1}{2}p(p-1))}^2$ dengan n adalah jumlah observasi, p adalah jumlah variabel, $\mathbf{R}$ adalah matriks korelasi dari masing-masing variabel dan adalah nilai distribusi Chi-square at kepercayaan sebesar α dan derajat bebas sebesar $\frac{1}{2}p(p-1)$.



Uji Air PDAM Tirta Je'ne'berang Gowa

an Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, air merupakan salah satu yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan manusia, serta

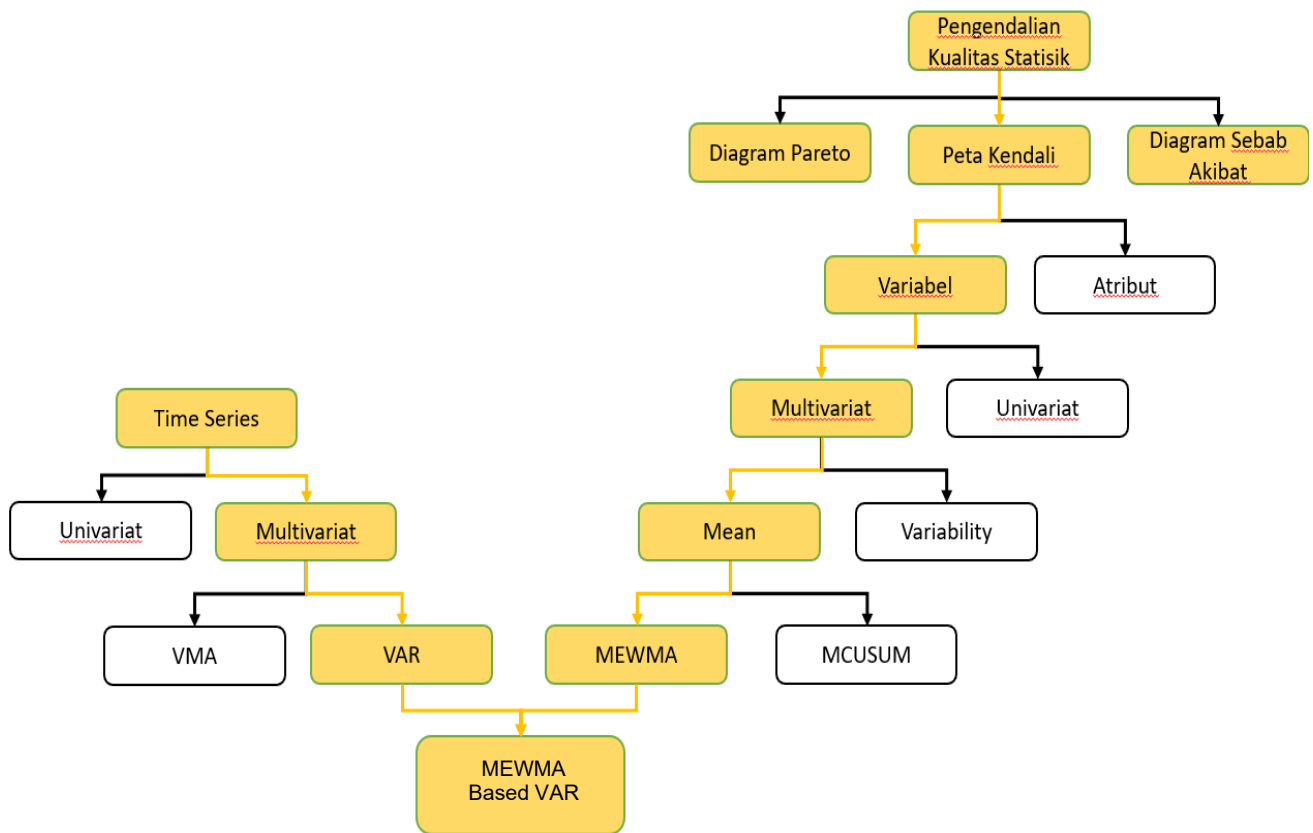
untuk memajukan kesejahteraan umum, sehingga merupakan modal dasar dan faktor utama pembangunan. Parameter kualitas air pada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Je'ne'berang Kabupaten Gowa ada banyak yang perlu dipantau dalam pengolahan air untuk memastikan bahwa air yang disalurkan kepada konsumen aman dan layak konsumsi. Kekeruhan dan sisa klor adalah dua parameter penting yang selalu diawasi untuk menjaga kualitas air bersih yang dihasilkan oleh PDAM (Montgomery, 2005).

Untuk memastikan air yang diproduksi memenuhi persyaratan kesehatan dan standar kualitas. Di antaranya adalah:

1. Kekeruhan (Turbidity): Kekeruhan mengacu pada tingkat kejernihan air yang dipengaruhi oleh partikel-partikel yang tersuspensi, seperti debu, tanah, atau mikroorganisme. Kekeruhan yang tinggi dapat menandakan adanya kontaminasi dan akan memengaruhi kualitas estetika air. Dalam standar kualitas air minum, kekeruhan harus dijaga pada tingkat yang sangat rendah, umumnya tidak lebih dari 5 NTU (Nephelometric Turbidity Units).
2. Sisa Klor (Residual Chlorine): Klor digunakan dalam proses disinfeksi untuk membunuh mikroorganisme berbahaya dalam air. Setelah proses disinfeksi, sisa klor yang tersisa dalam air harus dijaga pada kadar yang aman, yaitu antara 0,2 hingga 0,5 mg/L. Sisa klor yang terlalu tinggi dapat menyebabkan rasa atau bau yang tidak enak, sementara kadar yang terlalu rendah dapat mengurangi efektivitas disinfeksi.



1.6.4 Kerangka Koseptual



BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari PDAM Tirta Jeneberang Kabupaten Gowa IPA Pandang-Pandang Tahun 2023 untuk periode Januari hingga Desember (Lampiran 1).

2.2 Variabel Penelitian

Berdasarkan uraian pada latar belakang, dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Kekeruhan (X_1) merupakan keadaan dimana transparansi suatu zat cair berkurang akibat kehadiran zat-zat tak terlarut. Alat yang digunakan untuk mengukur kekeruhan disebut Nephelometer dalam satuan Nephelometric Turbidity Unit (NTU). Kekeruhan pada air yang diperbolehkan oleh Menkes Kesehatan 2010 yaitu maksimum 5 NTU (Nephelometric Turbidity Unit).
2. Klor Bebas atau biasa disebut CL_2 (X_2) merupakan hasil dari sisa pembubuhan desinfektan berupa klorin yang merupakan salah satu proses dari pengolahan air minum. Alat yang digunakan untuk mengukur Klor bebas disebut Chlorine Tester dengan satuan mg/L. Kadar klor bebas CL_2 maksimum menurut peraturan Menteri Kesehatan ialah 0,5 ppm.

2.3 Metode Analisis

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis data sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan data menggunakan statistik deskriptif
2. Melakukan pemeriksaan korelasi antar variabel sebagai asumsi yang harus terpenuhi untuk melakukan analisis multivariat.
3. Mengestimasi parameter MEWMA
4. Membentuk peta kendali MEWMA sebagai berikut:
 - a. Menghitung matriks covariance (Σ) awal
 - b. Inisialisasi vektor MEWMA (Z_0) dengan nilai awal $Z_0 = 0$
 - c. Menentukan besar pembobot (λ) menggunakan percobaan ($\lambda = 0.01, \dots, 0.9$)
 - d. Menghitung nilai MEWMA untuk setiap observasi menggunakan rumus pada persamaan (10)
 - e. Menghitung bata-batas kendali MEWMA yaitu UCL dan LCL
 - f. Membentuk peta kendali MEWMA menggunakan rumus persamaan (12)

5. Melakukan interpretasi peta kendali MEWMA



ujian MEWMA berbasis VAR sebagai berikut:

eran data

g VAR berdasarkan nilai AIC terkecil

imeter model dengan menggunakan metode OLS dan MLE

asi VAR

Granger

- f. Menghitung nilai residual model VAR setiap observasi berdasarkan hasil estimasi parameter VAR
 - g. Menghitung statistik MEWMA berbasis VAR
 - h. Menghitung batas-batas kendali MEWMA berbasis VAR
 - i. Membentuk peta kendali MEWMA berbasis VAR
- 7. Melakukan interpretasi peta kendali MEWMA berbasis VAR
 - 8. Melakukan perbandingan hasil peta kendali MEWMA dan MEWMA berbasis VAR.
 - 9. Membuat kesimpulan dan saran dari hasil analisis





Optimized using
trial version
www.balesio.com