



Kontrol Penggunaan Air Bersih Perumda Tirta Manuntung Balikpapan dengan *Multivariat Exponentially Weighted Moving Avarage*

Meisy Angelita¹, Aditya Putra Pratama^{2*}

¹² Program Studi Matematika, Jurusan Matematika dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Kalimantan, Balikpapan, Indonesia.

*Corresponding email: adityapp@lecturer.itk.ac.id

Received: 14/November/2023

Accepted: 29/November/2023

Revised: 29/November/2023

Published: 31/December/2023

To cite this article:

Angelita, M., & Pratama, A. P. (2023). Kontrol Penggunaan Air Bersih Perumda Tirta Manuntung Balikpapan dengan Multivariat Exponentially Weighted Moving Avarage. *SPECTA Journal of Technology*, 7(3), 642-649. <https://10.35718/specta.v7i3.1032>

Abstract

Perumda Tirta Manuntung Balikpapan is a regional company established to guarantee equity and balance in drinking water services for the needs of the community and other businesses. In the distribution process, Perumda Tirta Manuntung Balikpapan requires controls that will help the process of equal distribution. By taking a case study of drinking water customers in the MT area. Haryono Balikpapan for the period January – December 2022. The most optimal control chart for drinking water distribution data for Perumda Tirta Manuntung Balikpapan is the multivariate exponentially weighted moving average (MEWMA) because this control chart is very sensitive to small shifts in the process average of a normally distributed variable. multivariate, so that from the control chart the upper control limit (UCL) is 22.8 and the lower control limit (LCL) is 0. In addition, the water use distribution data which has the lowest number of out-of-control occurs in April with 4 observations. which has a value of T_i^2 out-of-control and which has the highest number of out-of-control in the area occurred in September with a total of 94 observations that have a value of T_i^2 out-of-control.

Keywords: Drinking Water, control charts, MEWMA, Statistical Quality Control

Abstrak

Perumda Tirta Manuntung Balikpapan merupakan perusahaan daerah yang didirikan untuk menjamin kebutuhan dalam penyediaan air minum untuk masyarakat dan usaha secara merata. Dalam proses distribusi Perumda Tirta Manuntung Balikpapan memerlukan kontrol pengendalian yang akan membantu proses pemerataan distribusi. Dengan mengambil studi kasus pelanggan air minum dikawasan MT. Haryono Balikpapan periode Januari – Desember 2022. Diagram kontrol yang paling optimal untuk data distribusi air minum Perumda Tirta Manuntung Balikpapan adalah multivariat exponentially weighted moving average (MEWMA) karena diagram kontrol tersebut sangat sensitif terhadap pegeseran kecil rata-rata proses dari suatu variabel berdistribusi normal multivariat, sehingga dari diagram kontrol tersebut didapatkan Batas kendali atas atau upper control limit (UCL) sebesar 22.8 dan batas kendali bawah atau lower control limit (LCL) sebesar 0. Selain itu, data distribusi penggunaan air yang memiliki jumlah out-of-control terendah terjadi pada bulan April dengan jumlah 4 pengamatan yang memiliki nilai T_i^2 out-of-control dan yang memiliki jumlah out-of-control tertinggi dikawasan tersebut terjadi pada bulan September dengan jumlah 94 pengamatan yang memiliki nilai T_i^2 out-of-control.

Kata Kunci: Air Minum, diagram kontrol, MEWMA, Pengendalian Kualitas Statistik.

1. Pendahuluan

Sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan menjadi kebutuhan masyarakat yang paling utama adalah air. Namun, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan perkembangan kota yang mulai pesat, ketersediaan air mulai berkurang baik secara kuantitas maupun kualitas. Perilaku boros air menjadikan kebutuhan air bersih semakin banyak dan akses terhadap air bersih semakin meningkat. (Neverre, N, 2015) Ada banyak cara untuk menghemat air, termasuk membatasi penggunaan air. Perusahaan air bersih memiliki kewajiban menjaga kualitas air agar memenuhi kebutuhan air konsumen dan sesuai standar yang diberikan. Pengelolaan penggunaan air membuat proses produksi menjadi lebih efektif, sehingga biaya produksi dapat diminimalkan, stabilitas penggunaan air bersih tetap terjaga dan perusahaan memperoleh keuntungan yang maksimal. Pengendalian penggunaan air merupakan salah satu fungsi yang penting dari perusahaan air bersih. Untuk itu, perlu adanya pengendalian penggunaan air bersih dengan menggunakan kubikasi penggunaan air. Jika tidak ada pengendalian penggunaan air bersih, maka akan menyebabkan kerugian bagi perusahaan dan juga masyarakat. Hal itu disebabkan oleh kesalahan yang tidak diketahui, sehingga perbaikan tidak bisa dilakukan dan menyebabkan kesalahan yang berkelanjutan seperti tidak meratanya distribusi air bersih. Jika pengendalian penggunaan air dilaksanakan dengan tepat dan sesuai prosedur, maka setiap kesalahan dapat segera diperbaiki dan dapat digunakan untuk perbaikan distribusi air bersih dimasa depan.

Balikpapan merupakan salah satu kota di Provinsi Kalimantan Timur. Penyediaan air bersih perpipaan Balikpapan dikelola oleh Perumda Tirta Manuntung Balikpapan dengan jumlah pelanggan aktif Perumda Tirta Manuntung Balikpapan sebanyak 120.984 sehingga diperlukan penyesuaian air bersih yang sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 sebelum didistribusikan. Jika melihat fenomena penggunaan air bersih di Perumda Tirta Manuntung Balikpapan, maka diagram kontrol multivariat exponentially weighted moving average (MEWMA) merupakan solusi yang baik untuk mengetahui kontrol penggunaan air di kawasan MT Haryono Balikpapan. Salah satu upaya mengontrol penggunaan air yaitu dengan pengendalian kualitas statistik. Diagram kontrol (control charts) menjadi salah satu alat dalam pengendalian proses statistik yang mampu memantau proses yang sangat berguna (Montgomery, 1990). Penelitian terkait diagram kontrol multivariat yang dilakukan oleh (Abdiyasti Nurul Arifa dkk, 2020) tentang perbandingan diagram kontrol MEWMA dan T^2 hotelling untuk pengendalian kualitas produk kain polyester menunjukkan bahwa diagram kontrol MEWMA lebih sensitif dibandingkan diagram kontrol T^2 hotelling dalam mendeteksi pergeseran rata rata proses. (Achmad Suharyanto, 2019) meneliti pengendalian kualitas produk *portland composite cement* di PT. Semen Indonesia menggunakan diagram kontrol MEWMA, ditemukan hasil rata rata proses masih belum terkendali karena masih terdapat nilai pengamatan yang berada diluar batas kendali. Diagram kontrol *Multivariat Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA). Metode ini pernah digunakan oleh (Dewantara, 2013) untuk mengetahui sensitivitas diagram kontrol terbaik, dan metode multivariat exponentially weighted moving average (MEWMA) menjadi diagram dengan sensitivitas yang cukup tinggi sehingga lebih baik dibandingkan diagram kontrol lainnya. Diagram kontrol atau control chart merupakan teknik yang umumnya digunakan untuk mengevaluasi apakah suatu proses terkendali secara statistik atau tidak, sehingga dapat mengontrol penggunaan air yang ada di salah satu kawasan Balikpapan yaitu MT. Haryono dan mengetahui pengguna air yang tidak sesuai dengan batas kontrol penggunaan air.

2. Metode

a. Data dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan Data sekunder, dimana data tersebut merupakan data yang peneliti dapatkan dari penggunaan air bersih oleh pelanggan Perumda Tirta Manuntung Balikpapan. Data tersebut merupakan rekaman data dari 1 Januari 2022 - 31 Desember 2022. Data yang menjadi fokus peneliti yaitu data pelanggan air bersih dari Perumda Tirta Manuntung Balikpapan pada kawasan MT. Haryono Balikpapan dengan kode lokasi 0101003 dengan jumlah data sebanyak 359 pengamatan.

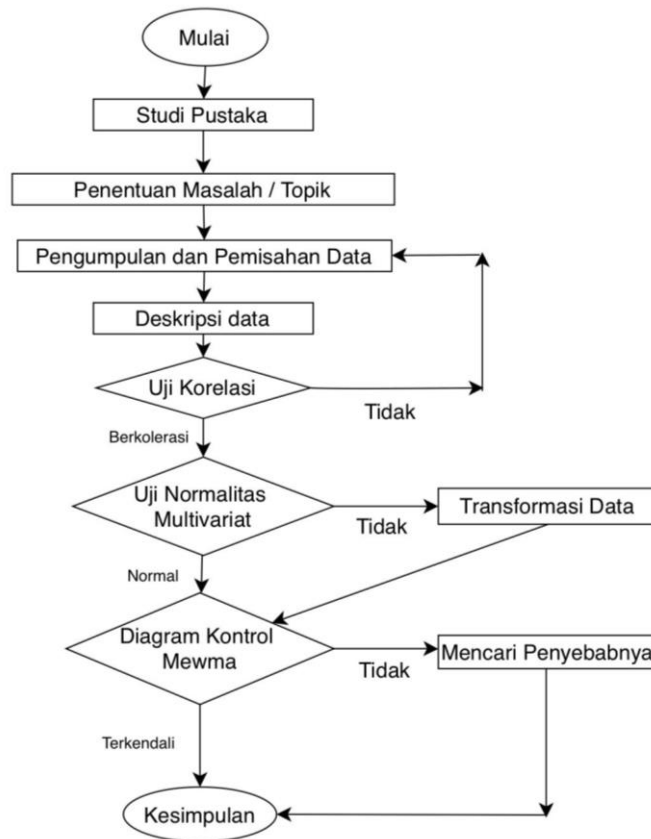
b. Metode Penelitian dan Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan bantuan studi literatur yang dilakukan dengan cara mengkaji penelitian, buku-buku yang berkaitan dengan penelitian ini. Selanjutnya, untuk

menganalisis data multivariat digunakan metode *Multivariat Exponentially Weighted Moving Avarage* (MEWMA) dan Indeks Kapabilitas. Pada penelitian kali ini digunakan 3 variabel yang akan menjadi standar pengendalian kubikasi pakai jangka waktu 1 bulan, total pemakaian sebelum kubikasi 1 bulan, total pemakaian sesudah kubikasi 1 bulan, dengan jumlah observasi data pada bulan Januari – Desember 2022 sebanyak 359 observasi.

c. Langkah-langkah Penelitian

Langkah - langkah penelitian digunakan untuk mencapai tujuan penelitian dan menjawab rumusan masalah. Untuk menentukan hasil dari *Multivariat Exponentially Weighted Moving Avarage* (MEWMA) dilakukan langkah penelitian pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian

Dari Gambar 1 dapat diketahui bahwa untuk melakukan penelitian ini hal perlu dilakukan yaitu :

- a. Mendeskripsikan data yang menjelaskan rata-rata, varian, nilai tengah, nilai maksimum dan nilai minimum dari data yang dimiliki.
- b. Uji korelasi masing-masing variabel. Jika variabel-variabel saling berkorelasi, maka data tersebut memenuhi asumsi yang diperlukan untuk peta kendali MEWMA.
- c. Uji normalitas multivariate dengan menggunakan jarak mahalanobis $d_i^2 = (X_i - \bar{X})' \Sigma^{-1} (X_i - \bar{X})$. Jika data tidak berdistribusi multivariat, maka dilakukan transformasi data. Hal tersebut dikarenakan peta kendali MEWMA harus memenuhi asumsi distribusi normal multivariat.
- d. Analisis Diagram kontrol MEWMA dengan cara :
 1. Menentukan nilai pembobot λ , dengan batas $0 \leq \lambda \leq 1$
 2. Menghitung nilai Z_i dan T_i^2
 3. Menghitung Batas Kendali Atas / *Upper control limit* (UCL) dan Batas Kendali Bawah / *Lower control limit* (LCL)
 4. Titik plot masing-masing pengamatan pada diagram kontrol
 5. Menghitung banyaknya pengamatan *out-of-control*

6. Mencari penyebab *out-of-control*
- e. Menyusun kesimpulan dan saran

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Statistik Deskriptif

Statistika deskriptif yaitu perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui data yang digunakan memiliki karakteristik seperti nilai standar deviasi, mean, varian, nilai minimum dan maksimum. Dibawah ini adalah hasil statistika deskriptif dari data yang digunakan untuk penelitian.

Tabel 1: Statistika Deskriptif

Variabel	Mean	Stdev	Varian	Min	Med	Maks
Kubikasi (X_1)	22.196	27.472	754.708	0.0	16.0	403.0
Meter Lalu (X_2)	724.9	819.2	671038.7	0.0	497.0	6833.0
Meter Kini (X_3)	747.1	833.0	693897.9	0.0	516.5	6840.0

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata dari variabel X_1 adalah 22.196 dengan varian sebesar 754.7 dan standar deviasi sebesar 27.472, nilai tertinggi atau maksimumnya 403, nilai terendah atau minimumnya 0 dan nilai tengah atau mediannya 16. Selanjutnya, rata-rata dari variabel X_2 adalah 724.9 dengan varian sebesar 671038.7 dan standar deviasi sebesar 819.2, nilai tertinggi atau maksimumnya 6833, nilai terendah atau minimumnya 0 dan nilai tengah atau mediannya 497. Selanjutnya, rata-rata dari variabel X_3 adalah 747.1 dengan varian sebesar 693897.9 dan standar deviasi sebesar 833, nilai tertinggi atau maksimumnya 6840, nilai terendah atau minimumnya 0 dan nilai tengah atau mediannya 516.5.

3.2. Uji Korelasi

Analisis korelasi dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan linier antara variabel tertentu. Untuk mengetahui hubungan linier antar variabel tersebut, digunakan uji korelasi dengan *software minitab*, dan hasilnya sebagai berikut.

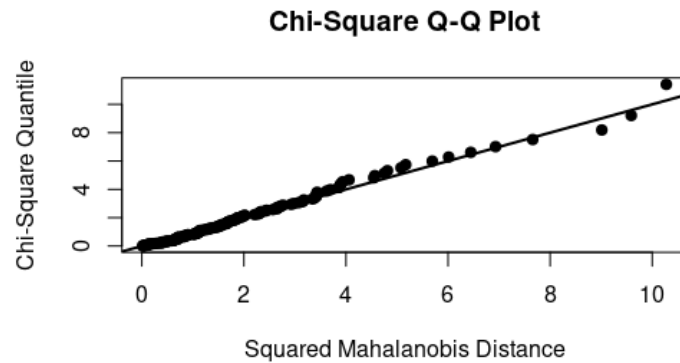
Tabel 2: Uji Korelasi antar variabel

	Meter lalu	Meter kini
Meter kini	0.999	1
Kubikasi pakai	0.431	0.461

Pada Tabel 2 didapati hasil pengujian korelasi antara ketiga variabel tersebut. Dapat diketahui bahwa, Hubungan linier pada variabel meter kini dengan meter lalu berbanding lurus dan sangat kuat, hal ini dikarenakan nilai korelasinya sebesar 0.999. Nilai korelasi antara meter kini dengan kubikasi pakai sebesar 0.461 yang membuktikan bahwa hubungan linier berbanding lurus dan cukup. Nilai korelasi antara meter kini dengan kubikasi pakai sebesar 0.431 yang membuktikan bahwa hubungan linier berbanding lurus dan cukup. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang berpengaruh antara meter kini, meter lalu dan kubikasi pakai.

3.3. Uji Normalitas Multivariat

Sebelum melakukan analisis kontrol dengan *Multivariat Exponentially Weighted Moving Average*, dilakukan uji normalitas multivariat pada variabel menggunakan Chi-Square Q-Q Plot



Gambar 2: Chi-Square Q-Q Plot

Berdasarkan Gambar 2, sebaran titik plot yang dibentuk oleh jarak mahalanobis (d_i^2) dan Chi-Square mendekati garis lurus dengan demikian data memenuhi asumsi distribusi normal karena hanya terdapat 12 data yang memiliki nilai d_i^2 kurang dari $X_{0,5,3}^2$ (Johnson, R. A., & Wichern, D. W.)

3.4. Diagram Kontrol Multivariate Exponentially Weighted Moving Average

Pengendalian penggunaan air bersih menjadi salah satu unsur penting dari perusahaan air minum. Hal ini dikarenakan pengendalian ini dapat menjadi acuan untuk mengontrol proses yang baik dan buruk pada proses distribusi air. Perumda Tirta Manuntung Balikpapan mendistribusikan air bersih tentunya melewati beberapa tahapan. Diagram kontrol *Multivariate Exponentially Weighted Moving Average* menjadi alat yang dapat digunakan pada data multivariat untuk mengontrol suatu proses distribusi telah berjalan dengan baik atau tidak. Pada penelitian ini ada tiga variabel yang berpengaruh yaitu Kubikasi pakai (X_1), Meter lalu (X_2), Meter kini (X_3) yang disajikan dalam bentuk vektor 3×1 sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}$$

Selanjutnya dibentuk persamaan EWMA untuk masing-masing pengamatan (Montgomery, 2013)

$$Z_i = \begin{bmatrix} \lambda X_{11} + (1 - \lambda)X_{10} \\ \lambda X_{21} + (1 - \lambda)X_{20} \\ \lambda X_{31} + (1 - \lambda)X_{30} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} \\ Z_{21} \\ Z_{31} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Didefinisikan kovarian dari Z_i sebagai berikut

$$cov(Z_i) = \Sigma Z_i = \begin{pmatrix} Var(Z_{11}) & Cov(Z_{11}, Z_{21}) & Cov(Z_{11}, Z_{31}) \\ Cov(Z_{11}, Z_{21}) & Var(Z_{21}) & Cov(Z_{21}, Z_{31}) \\ Cov(Z_{11}, Z_{31}) & Cov(Z_{21}, Z_{31}) & Var(Z_{31}) \end{pmatrix} \quad (2)$$

Sehingga didapatkan nilai statistika MEWMA adalah (Lowry dkk, 1992)

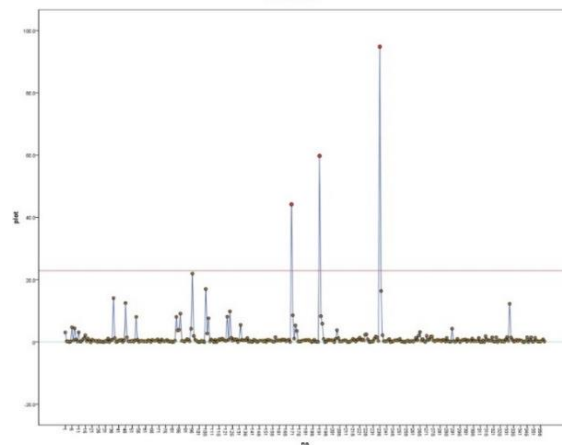
$$T_i^2 = \begin{bmatrix} Z_{11} \\ \vdots \\ Z_{1k} \end{bmatrix} \Sigma_{Z_i}^{-1} [Z_{11} \quad \dots \quad Z_{1k}] \quad (3)$$

Berdasarkan data tahunan penggunaan air minum pelanggan Perumda Tirta Manuntung Balikpapan kawasan MT Haryono Balikpapan, dengan bantuan *software minitab* untuk perhitungan dan *SPSS* untuk diagram kontrol MEWMA digunakan ARL sebesar 5000 dan nilai pembobot $0.6 \leq \lambda \leq 0.9$ maka didapatkan nilai T_i^2 sebagai berikut :

Tabel 3: Nilai statistik MEWMA penggunaan air tahun 2022

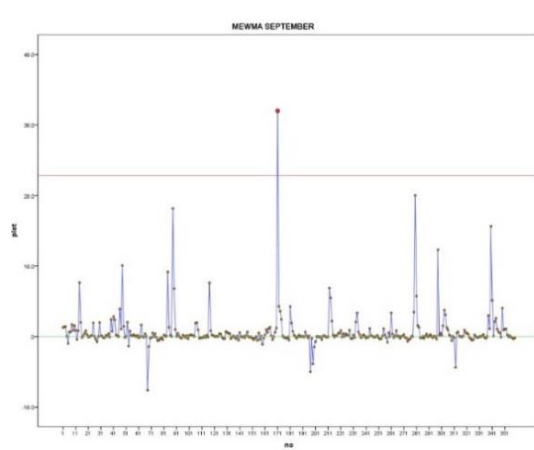
Bulan	Pembobot (λ)	Nilai T_i^2 tertinggi	Nilai UCL	Banyaknya <i>out-of-control</i>
Januari	0.6	86.94	22.82	9
Februari	0.7	48.96	22.75	85
Maret	0.7	100.69	22.75	22
April	0.75	94.81	22.84	4
Mei	0.75	240.23	22.84	72
Juni	0.75	78.57	22.84	8
Juli	0.8	84.07	22.85	67
Agustus	0.8	74.80	22.87	8
September	0.6	32	22.82	94
Oktober	0.8	48.50	22.85	20
November	0.8	93.93	22.85	6
Desember	0.9	105.51	22.85	21

Pada Tabel 3 ditunjukkan penggunaan diagram kontrol MEWMA pada data tahunan penggunaan air minum pelanggan Perumda Tirta Manuntung Balikpapan kawasan MT Haryono Balikpapan diaplikasikan menggunakan bantuan *software minitab 19* dan pembuatan grafik plot data menggunakan *SPSS* yang disesuaikan dengan beberapa ketentuan dan memiliki nilai ARL (*Average Run Length*) sebesar 5000. Dimana nilai ARL disesuaikan untuk nilai ARL_0 yang menandakan bahwa asumsi proses diagram kontrol MEWMA dalam keadaan terkendali ketika grafik awal dimulai (Montgomery, 2013). Selain itu, nilai pembobot (λ) bernilai $0 < \lambda \leq 1$ dan diagram kontrol MEWMA dapat memberikan sinyal *out-of-control* melalui nilai T_i^2 untuk $i = 1, 2, 3, 4, \dots, 359$ apabila nilai T_i^2 melewati UCL (*Upper Control Limit*). Pada diagram kontrol MEWMA memiliki nilai LCL (*Lower Control Limit*) yang selalu 0, disebabkan oleh nilai T_i^2 selalu positif dan nilai paling kecil dari suatu nilai positif adalah 0.



Gambar 3: Diagram Kontrol MEWMA pada bulan April

Berdasarkan Gambar 3, nilai T_i^2 tertinggi sebesar 94.8098 pada pengamatan ke-236 dan nilai terendah sebesar -0.0445 pada pengamat ke-20. Pada diagram kontrol MEWMA juga menunjukkan nilai UCL (*Upper Control Limit*) sebesar 22.9 dengan LCL (*Lower Control Limit*) sebesar 0. Diketahui terdapat 3 pengamatan memiliki nilai T_i^2 yang melewati UCL (*Upper Control Limit*) serta terdapat 1 pengamatan memiliki nilai T_i^2 yang melewati LCL (*Lower Control Limit*). Total pengamatan yang *Out-Of-Control* sebanyak 4 yaitu pengamatan ke- 20, 170, 191, dan 236. Dapat diketahui juga bahwa rata-rata proses distribusi dan kontrol penggunaan air bersih Perumda Tirta Manuntung dikawasan MT Haryono Balikpapan pada bulan April tahun 2022 dikatakan terkendali secara statistik karena hanya sedikit pengamatan yang *Out-Of-Control*. Selanjutnya untuk diagram kontrol MEWMA pada bulan September tahun 2022 ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4: Diagram Kontrol MEWMA pada bulan September

Berdasarkan Gambar 4, nilai T_i^2 tertinggi adalah 32.0041 pada pengamatan ke-171 dan nilai terendah sebesar -7.5958 pada pengamat ke-69. Pada diagram kontrol MEWMA juga menunjukkan nilai UCL (*Upper Control Limit*) sebesar 22.82 dengan LCL (*Lower Control Limit*) yaitu 0. Diketahui terdapat 1 pengamatan memiliki nilai T_i^2 yang melewati UCL (*Upper Control Limit*) serta terdapat 93 pengamatan memiliki nilai T_i^2 yang melewati LCL (*Lower Control Limit*). Total pengamatan yang *Out-Of-Control* sebanyak 94 yaitu pada pengamatan ke- 5, 12, 16, 27, 28, ..., 358, 359. Dapat diketahui juga bahwa rata-rata proses distribusi dan kontrol penggunaan air bersih Perumda Tirta Manuntung dikawasan MT Haryono Balikpapan pada bulan September tahun 2022 dikatakan tidak terkendali secara statistik karena banyak pengamatan yang *Out-Of-Control*. Dimana penyebab banyaknya data yang *Out-Of-Control* bisa dilihat daripada golongan, setiap pelanggan memiliki golongan masing-masing sesuai dengan kebutuhan, niaga besar dan instansi pemerintah menjadi golongan yang paling jauh jaraknya dari UCL (*Upper Control Limit*) dan LCL (*Lower Control Limit*).

4. Kesimpulan

Penerapan diagram kontrol Multivariat Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA) distribusi air bersih Perumda Tirta Manuntung Balikpapan pada bulan Januari –Desember 2022 menunjukkan diagram kontrol paling terkontrol adalah bulan April dan diagram kontrol yang memiliki paling banyak data *Out-of-control* adalah bulan September. Pada bulan April diagram kontrol menunjukkan terdapat 4 pengamatan memiliki nilai T_i^2 yang *Out-of-control*. Pada bulan September diagram kontrol menunjukkan terdapat 93 pengamatan memiliki nilai T_i^2 yang melewati LCL (*Lower Control Limit*). Banyaknya titik yang berada diluar batas kendali menunjukkan diagram kontrol *Multivariat Exponentially Weighted Moving Average* (MEWMA) sangat sensitif dalam mendeteksi pergeseran rata-rata proses distribusi air bersih Perumda Tirta Manuntung Balikpapan. Hasil deteksi variabel penyebab *out-of-control* menggunakan diagram kontrol MEWMA menunjukkan instansi pemerintah dan niaga besar memiliki pengamatan yang *out-of-control*. Banyaknya orang dan kebutuhan ditempat tersebut menyebabkan tingginya kubikasi penggunaan air.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Pemuda Tirta Manuntung Balikpapan yang telah menjadi mitra penelitian dan kepada civitas akademika Institut Teknologi Kalimantan serta orang tua yang selalu memberikan yang telah memberikan dukungan, do'a dan ilmu yang bermanfaat.

Referensi

- Abdiyasti Nurul Arifa, Rukun Santoso, Tatik Widiyarih. (2019). Perbandingan Diagram Kontrol Mewma Dan Diagram Kontrol T2 Hotelling Untuk Pengendalian Kualitas Produk Kain Polyester.
- Achmad Suharyanto. (2019). Analisis Pengendalian Kualitas Produk Portland Composite Cement di PT Semen Indonesia dengan Penerapan Diagram Kendali Multivariate Exponentially Weighted Moving Average (MEWMA).
- Bartlett, M. S. 1951. The Effect Of Standardization On A χ^2 Approximation In Factor Analysis. *Biometrika*. 38(3/4): 337-344.
- David H. 2006. Analisa Kebutuhan Air Bersih Berbasis Masyarakat *Jurnal Teknosain* 6: 76-87
- Dewantara, C.R & Mashuri, M. 2013. Penerapan Multivariat Exponentially Weighted Moving Average Chart Pada Proses Pembuatan Boiler Di PT. ALSTOM ESI Surabaya.
- Gusdini, N. Purwanto M Y J. Murtalaksono, K. Kholil. 2015. Model Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Kabupaten Bekasi. IPB.
- Jayanti, J. D., & Wibawati. (2014). Penerapan Diagram Kontrol MEWMA dan MEWMV Pada Pengendalian Kualitas Air Produksi Di IPAM Ngagel I, *Jurnal Sains dan Seni POMIT*, 3(2), 2337-3520.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis Sixth Edition*. Pearson Education, Inc. New Jersey.
- Khoo, M. B. C. (2004). An Extension for the Univariate Exponentially Weighted Moving Average Control Charts. *Jurnal Matematika UTM*, 20(1), 43-48.
- Lowry, C. A., Woodall, W. H., Champ, C. W., and Rigdon, S. E. (1992). A Multivariat Exponentially Weighted Moving Average Control Chart. *Technometrics*, 34(1), 46-53.
- Montgomery, D.C. 1990. Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik. Alih bahasa: Zanzawi Soejoeti. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. Terjemahan dari: *Introduction to Statistical Quality Control*. John Wiley & Sons, Inc.
- Montgomery, D. C. 2013. *Introduction To Statistical Quality Control Seventh Edition*. John Willey & Sons, Inc. United State Of America.
- Neverre, N & Dumas, P. 2015. Projecting And Valuing Domestic Water Use At Regional Scale : A Generic Method Applied To Mediterranean At The 2060 Horizon. *Water Resources And Economic* Vol. 11 : 33-46.
- Sari, S. P., Devianto, D., & Yanuar, F. (2016). Pengontrolan Bahan Baku Produksi Semen Jenis PCC Di PT. Semen Padang dengan Menggunakan Diagram Kontrol MEWMA. *Jurnal Matematika UNAND*, 5(3), 7-14.