

Diagram Kendali Multivariat T^2 Hotelling Individu dengan Algoritma *Fast-MCD* (Penerapan pada Fluktuasi Penyebaran COVID-19 di Indonesia)

Shofa Tazkiyatunnisa*, Suwanda

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*shofatazkiyatunnisa@gmail.com, suwanda@unisba.ac.id

Abstract. T^2 Hotelling's control chart is the most widely Shewhart control chart class that used in multivariate process control to monitor the mean vector and sample covariance matrix. There are some possible outliers that are not detected by this control chart, due to the masking effect. So a robust estimator is needed to overcome it. Minimum Covariance Determinant (MCD) is one of the robust estimators used to estimate the vector mean and the covariance matrix based on the selected sub-sample which minimizes the determinant of the covariance matrix. For the efficiency of calculation can use fast-MCD algorithm. This research describes the T^2 Hotelling's control chart with the fast-MCD algorithm to monitor fluctuations in the spread of Covid-19 cases in Indonesia with two variables observed, namely new cases and new death cases.

Keywords: Control Chart, *fast-MCD*, estimator robust, T^2 Hotelling.

Abstrak. Diagram kendali T^2 Hotelling merupakan kelas diagram kendali Shewhart yang paling banyak digunakan dalam pengendalian proses secara multivariat untuk memonitor vektor rata-rata dan matriks kovarians. Adanya beberapa pencilan memungkinkan untuk tidak terdeteksi oleh diagram kontrol ini, karena *masking effect*. Maka diperlukan penaksir yang *robust* untuk mengatasinya. *Minimum Covariance Determinant* (MCD) merupakan salah satu penaksir *robust* yang digunakan untuk menaksir vektor rata-rata dan matriks kovarians berdasarkan sub sampel terpilih yang meminimumkan determinan matriks kovarians. Untuk efisiensi perhitungan dapat menggunakan algoritma *fast-MCD*. Pada penelitian ini diuraikan tentang diagram kendali T^2 Hotelling dengan algoritma *fast-MCD* untuk memonitor fluktuasi penyebaran kasus Covid-19 di Indonesia dengan dua variabel yang diamati yaitu kasus baru dan kasus kematian baru.

Kata Kunci: Diagram kendali, *fast-MCD*, penaksir *robust*, T^2 Hotelling.

1. Pendahuluan

Diagram kendali T^2 Hotelling merupakan kelas diagram kendali Shewhart, oleh karena itu diagram kendali ini peka terhadap pergeseran vektor rata-rata yang cukup besar (Montgomery, 1990). Pada pengendalian proses fase I dengan ukuran sampel tunggal (individu), T^2 Hotelling dihitung berdasarkan pada vektor rata-rata sampel dan matriks kovarians sampel. Sampel diperoleh dari pengamatan yang diambil dalam beberapa periode proses, masing-masing pengamatan bersifat individu. Vektor rata-rata dan matriks kovarians sampel sangat sensitif terhadap *outliers*. Akibatnya, saat pergeseran vektor rata-rata terjadi terlambat dapat dideteksi atau bahkan tidak terdeteksi. Oleh karena itu harus ada upaya perbaikan terhadap penaksiran vektor rata-rata dan matriks kovarians agar diagram kendali T^2 Hotelling dapat bekerja dengan

baik. Salah satu upayanya adalah dengan menggunakan penaksir *robust* dari vektor rata-rata dan matriks kovarians tersebut. Terdapat metode *robust*, satu diantaranya adalah metode *Minimum Covariance Determinant* (MCD) (Rousseeuw P.J., 1985). Pada metode MCD, apabila data berdimensi cukup besar, akan memerlukan waktu yang tidak sedikit karena terdapat banyak kombinasi sub sampel yang akan terbentuk. Oleh karena itu, Rousseeuw dan Van Driessen (1999) mengemukakan algoritma *Fast-MCD*. Penaksir *Fast-MCD* merupakan estimasi dengan menggunakan rata-rata dan kovarians dari sebagian pengamatan yang meminimumkan determinan matriks kovarians. Metode *Fast-MCD* walaupun bukan optimum global akan tetapi sifat statistik *high breakdown point* (dapat mengatasi pencilan sampai 50%), juga efisien dalam komputasinya dan efektif dalam mengatasi pengamatan yang mengandung pencilan (Wang, Martin, & Mao, 2015).

Diagram kendali T^2 Hotelling dengan menggunakan algoritma *fast-MCD* dapat diimplementasikan dalam bidang kesehatan, salah satunya yaitu pada penelitian Prastawa, M dkk yang berjudul “*A brain tumor segmentation framework based on outlier detection*” menunjukkan prosedur segmentasi yang diterapkan pada tiga set data nyata, mewakili berbagai bentuk tumor, lokasi, ukuran, dan intensitas gambar. (Prastawa & dkk, 2004). Selain itu, peneliti akan mengimplementasikan pada data kasus wabah *Coronavirus Disease-2019* atau yang kita kenal sebagai Covid-19. Wabah virus Covid-19 ini berasal dari Wuhan, Tiongkok yang ditemukan pada akhir Desember 2019 dan sejak itu menyebar secara global di seluruh dunia. Sampai saat ini sudah dipastikan terdapat ratusan negara yang telah terjangkit virus ini. World Health Organization (WHO) memberi nama virus baru tersebut *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2* (SARS-CoV-2) (WHO, 2020). Pada 30 Januari 2020, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan Covid-19 sebagai *Public Health Emergency of International Concern* (PHEIC) atau Kesehatan Masyarakat Darurat Kepedulian Internasional dan dinyatakan pandemi pada 11 Maret 2020 (Silo, 2020). Diagram kendali dapat digunakan untuk memantau fluktuasi wabah tersebut.

Prosedur algoritma *fast-MCD* (Minimum Covariance Determinant) dijelaskan pada bagian metodologi. Pada bagian metodologi dijelaskan pula tentang diagram kendali T^2 -Hotelling *robust* serta bagaimana penggunaan diagram kendali T^2 -Hotelling pada variabel kasus baru dan kasus kematian baru untuk melihat fluktuasi penyebaran Covid-19 di Indonesia. Berikutnya adalah mengulas tentang hasil dan pembahasan dan hasil umum diberikan pada bagian kesimpulan.

2. Metodologi

Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data sekunder mengenai kasus pandemi Covid-19 di Indonesia yang diperoleh dari *website Our World In Data* dimana data ini merupakan rekapan data perkembangan *Covid-19* di dunia dari awal pandemi sampai sekarang. Terdapat dua variabel yang diamati yaitu X_1 = Kasus baru, dan X_2 = Kasus kematian baru. Data ini terdiri dari 145 observasi, yaitu pada 1 Januari 2021 – 25 Mei 2021.

Metode Analisis Data

Penaksir *robust Minimum Covariance Determinant* (MCD)

Metode *Minimum Covariance Determinant* merupakan metode penaksiran yang menghasilkan penaksir yang sangat *robust* untuk parameter lokasi dan sebaran multivariat. Penaksir MCD diperkenalkan pada tahun 1984 oleh Rousseeuw. Algoritma MCD sangatlah sederhana yaitu mengambil semua subsampel yang mungkin, kemudian pada masing-masing sub sampel dihitung determinan matriks kovarians. Penaksir MCD diambil pada subsample yang mempunyai determinan matriks kovarians terkecil. Namun demikian metode ini memerlukan waktu yang cukup lama apalagi jika dimensi data cukup besar. Sebagai contoh, untuk sampel berukuran 10, subsampel 5, maka akan terdapat 252 subsampel yang mungkin. Untuk sampel berukuran 50, subsampel 25, maka akan terdapat 47129212243960 subsampel yang mungkin. Oleh karena itu metode ini jarang yang menggunakan. Metode MCD mulai digunakan para peneliti dan praktisi setelah algoritma *Fast-MCD* berhasil dikembangkan oleh Rousseeuw dan Driessen (1999). Berikut akan dijelaskan algoritma *Fast-MCD*.

Misalkan diketahui matriks pengamatan $X = (\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_n)^t$ berdimensi $n \times p$, dimana $n \geq p + 1$. Penaksir MCD merupakan pasangan rata-rata sub sampel $\bar{\mathbf{x}}$ dan matriks kovarians S . Seperti telah dikemukakan bahwa penaksir MCD eksak sangat berat dalam perhitungan, karena memerlukan evaluasi semua kombinasi $\binom{n}{h}$ himpunan bagian sampel berukuran h , dimana $\lceil (n + p + 1) / 2 \rceil \leq h \leq n$. Algoritma *FAST-MCD* dibangun untuk efisiensi perhitungan MCD. Komponen kunci dari algoritma adalah *Consentration Step* (C-step) yang dirangkum dalam dalil berikut (Hubert & Debruyne, 2017):

Dalil. Ambil $X = (\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_n)^t$ dan misalkan $H_1 \subset \{1, \dots, n\}$ merupakan h -subset, yaitu $|H_1| = h$. Ambil $\hat{\mu}_1$ dan $\hat{\Sigma}_1$ rata-rata empiris dan matriks kovarians dari data H_1 . Jika $\det(\hat{\Sigma}_1) \neq 0$ tentukan jarak relative :

$$d_1(i) := \sqrt{(x_i - \hat{\mu}_1)' \hat{\Sigma}_1^{-1} (x_i - \hat{\mu}_1)} \quad \text{untuk } i = 1, \dots, n.$$

Sekarang ambil H_2 sehingga $\{d_1(i); i \in H_2\} := \{(d_1)_{1:n}, \dots, (d_1)_{h:n}\}$ dimana $(d_1)_{1:n} \leq (d_1)_{2:n} \leq \dots \leq (d_1)_{h:n}$ adalah jarak yang diurut, dan menghitung $\hat{\mu}_2$ dan $\hat{\Sigma}_2$ berdasarkan H_2 . Kemudian

$$\det(\hat{\Sigma}_2) \leq \det(\hat{\Sigma}_1)$$

dan akan sama jika dan hanya jika $\hat{\mu}_2 = \hat{\mu}_1$ dan $\hat{\Sigma}_2 = \hat{\Sigma}_1$.

Diagram Kendali T² Hotelling MCD

Diagram kendali T² Hotelling dengan algoritma *fast-MCD* dapat dilakukan dengan dua tahap, yaitu dengan mengestimasi vektor rata-rata dan matriks kovarian berdasarkan algoritma *fast-MCD*, serta menerapkan bagan kendali T² Hotelling dengan menggunakan parameter pengendali \bar{x}_{MCD} dan S_{MCD} sebagai berikut.

$$T_i^2 = (x_j - \bar{x}_{MCD})' S_{MCD}^{-1} (x_j - \bar{x}_{MCD})$$

Diasumsikan bahwa batas kendali dari diagram kendali T_{MCD}^2 adalah sama dengan batas kendali diagram kendali T². Untuk pengamatan individu dengan pengamatan n sampel mempunyai batas-batas kendali sebagai berikut (Montgomery, 2009).

$$BKA = \frac{(n-1)^2}{n} \beta_{\alpha; \frac{p}{2}, \frac{n-p-1}{2}}$$

$$BKB = 0$$

dimana:

p = banyak variabel

n = banyak pengamatan

α = taraf signifikansi

β = nilai yang diperoleh dari distribusi β dengan $\alpha = 0.05$, parameter = $\frac{p}{2}$ dan $\frac{n-p-1}{2}$.

Tahapan Analisis Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pembuatan diagram kendali multivariat T² Hotelling dengan algoritma *fast-MCD*. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Pengambilan data sekunder Covid-19 di Indonesia periode 1 Januari 2021 – 25 Mei 2021.
2. Meringkas data dengan menghitung rata-rata, median dan simpangan baku masing-masing variabel.

3. Membuat boxplot untuk masing-masing variabel.
4. Menghitung vektor rata-rata sampel dan matriks kovarians sampel.
5. Melakukan pengujian distribusi normal multivariat untuk memenuhi asumsi dasar dalam analisis multivariat. Jika tidak dipenuhi, lakukan transformasi ke distribusi normal.
6. Mengestimasi vektor rata-rata dan matriks kovarians berdasarkan algoritma *fast-MCD* dengan langkah sebagai berikut:
 - a. Ambil subsampel dari matriks data $\mathbf{X} = (\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_n)^t$ yang berukuran $h = \frac{n+p+1}{2}$ dan disimbolkan dengan H_1 .
 - b. Hitung vektor rata-rata ($\hat{\mu}_1$) dan matriks kovarians ($\hat{\Sigma}_1$) dari H_1 .
 - c. Menghitung akar jarak Mahalanobis.
 - d. Mengurutkan $d_1(i)$ dari nilai yang terkecil ke nilai yang terbesar.
 - e. Definisikan himpunan bagian baru dengan H_2 , sedemikian sehingga $\{d_1(i); i \in H_2\} := \{(d_1)_{1:n}, (d_1)_{2:n}, \dots, (d_1)_{h:n}\}$ dimana $(d_1)_{1:n} \leq (d_1)_{2:n} \leq \dots \leq (d_1)_{h:n}$.
 - f. Hitung vektor rata-rata ($\hat{\mu}_2$) dan matriks kovarians ($\hat{\Sigma}_2$) dari H_2 .
 - g. Bandingkan $\det(\hat{\Sigma}_2)$ dengan $\det(\hat{\Sigma}_1)$.
 - h. Jika $\det(\hat{\Sigma}_2) \neq \det(\hat{\Sigma}_1)$ ulangi langkah 3) sampai dengan 5)
 - i. Proses dihentikan, jika $\det(\hat{\Sigma}_{baru}) = 0$ atau $\det(\hat{\Sigma}_{baru}) = \det(\hat{\Sigma}_{lama})$.
7. Menghitung nilai T_{MCD}^2 , yaitu nilai T^2 Hotelling dengan algoritma *fast-MCD*.
8. Menentukan batas kendali.
9. Memplot nilai T_{MCD}^2 untuk setiap pengamatan pada diagram kendali.
10. Memberi kesimpulan: jika terdapat nilai T_{MCD}^2 yang keluar batas kendali, maka proses dinyatakan berada di luar kendali (*out of control*). Sebaliknya jika semua nilai T_{MCD}^2 berada dalam batas kendali, maka proses dinyatakan terkendali.

3. Pembahasan dan Diskusi

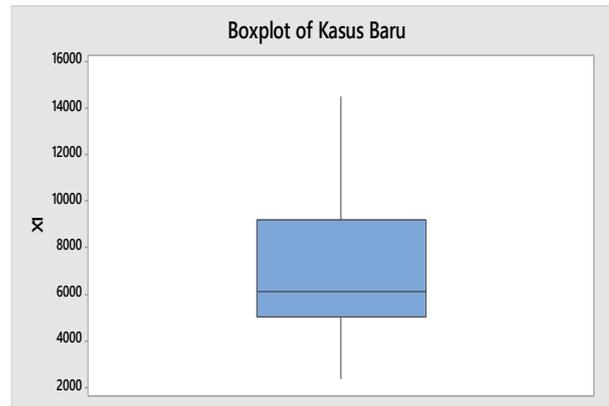
Deskripsi Data

Data yang digunakan yaitu mengenai data Covid-19 di Indonesia pada 1 Januari 2021 – 25 Mei 2021. Terdapat dua variabel yang diamati yaitu X1=Kasus Baru dan X2=Kasus Kematian Baru.

Tabel 1. Ringkasan Data Covid-19 di Indonesia

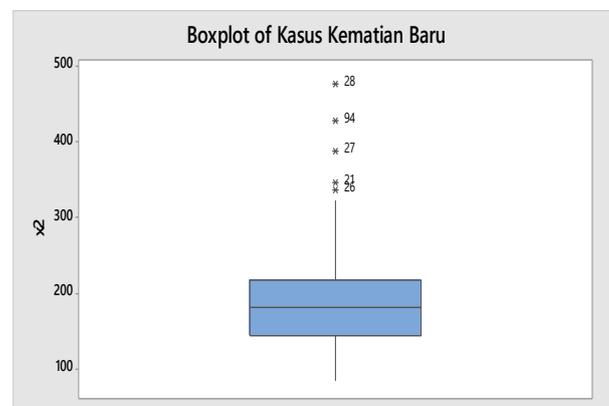
Variabel	Mean	St. Dev	Median	Minimum	Maximum
X1	7.193	2.828	6.142	2.385	14.518
X2	189,58	68,51	182	85	476

Berdasarkan Tabel 1 secara rata-rata kasus baru (X1) di Indonesia sebesar 7.193 dengan sebaran data sebesar 2.828, nilai tengah 6.142, nilai minimum (data terkecil) yaitu 2.385, dan nilai maximum (data terbesar) yaitu sebesar 14.518. Sedangkan untuk rata-rata kasus kematian baru (X2) di Indonesia sebesar 189,58 dengan sebaran data sebesar 68,51, nilai tengah 182, nilai minimum (data terkecil) yaitu 85, dan nilai maximum (data terbesar) yaitu sebesar 476.



Gambar 1. Boxplot Variabel Kasus Baru (X1)

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa variabel kasus baru (X1) tidak terdeteksi adanya *outlier*.



Gambar 2. Boxplot Variabel Kasus Kematian Baru (X2)

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa variabel kasus kematian baru (X2) menunjukkan adanya 5 *outlier*, yaitu pada pengamatan ke 21, 26, 27, 28, dan 94.

Uji Normalitas Multivariat

Untuk melakukan pengendalian proses menggunakan bagan kendali multivariat, maka ada asumsi yang harus dipenuhi yaitu data yang digunakan harus berdistribusi normal multivariat. Maka dari itu akan dilakukan pengujian asumsi distribusi normal multivariat pada data *Covid-19* di Indonesia. Adapun pengujiannya yaitu menggunakan uji Skewness dan Kurtosis. Pada penelitian ini pencarian nilai hasil uji normalitas Skewness dan Kurtosis dibantu dengan menggunakan *software* Matlab dengan $n=145$ dan $p=2$ adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Uji Normalitas Multivariat Skewness dan Kurtosis

Multivariate	Coefficient	Statistic	df	P
Skewness	2,5803	62,3582	4	0,0000
Skewness corrected for small sample	2,5803	64,5323	4	0,0000
Kurtosis	11,8892	5,854		0,0000

Tabel 2 menunjukkan hasil uji Skewness dan Kurtosis yang memiliki nilai $p\text{-value}=0$. Dengan mengambil $\alpha = 0,05$, maka $p\text{-value} < \alpha$ atau $0,000 < 0,05$ sehingga dapat dikatakan data tidak berdistribusi normal.

Karena asumsi normal multivariat tidak terpenuhi, maka dari itu penulis melakukan transformasi data menggunakan transformasi Box Cox.

Setelah melakukan transformasi data, maka dilakukan kembali pengujian normalitas

multivariat menggunakan Skewness dan Kurtosis sebagai berikut:

Tabel 3. Uji Normalitas Multivariat Skewness dan Kurtosis Data Transformasi

Multivariate	Coefficient	Statistic	df	P
Skewness	0,0798	1,9277	4	0,7491
Skewness corrected for small sample	0,0798	1,9949	4	0,7367
Kurtosis	7,4422	-0,8395		0,4012

Tabel 3 menunjukkan hasil uji Skewness dan Kurtosis dari data transformasi. Nilai p-value Skewness adalah 0,7491. Dengan $\alpha = 0,05$, maka p-value $> \alpha$ atau $0,7491 > 0,05$ sehingga data berdistribusi normal. Sedangkan nilai p-value Kurtosis adalah 0,4012. Dengan $\alpha = 0,05$, maka p-value $> \alpha$ atau $0,4012 > 0,05$ sehingga data berdistribusi normal. Maka dari itu dapat diasumsikan bahwa pengujian normalitas menggunakan Skewness dan Kurtosis terpenuhi.

Diagram Kendali T^2 Hotelling

Untuk melakukan perhitungan nilai statistik T^2 Hotelling dibutuhkan nilai vektor rata-rata dan matriks kovarians sampel. Nilai vektor rata-rata dapat dihitung menggunakan Persaman 2.1.

Nilai rata-rata untuk variabel Kasus Baru (X_1) yaitu:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{145} (8,9962 + 8,8823 + 8,8359 + \dots + 8,6839 + 8,5291) = 8,8085$$

Nilai rata-rata untuk variabel Kasus Kematian Baru (X_2) yaitu:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{145} (5,2523 + 5,4205 + 5,1874 + \dots + 4,8442 + 5,1475) = 5,1833$$

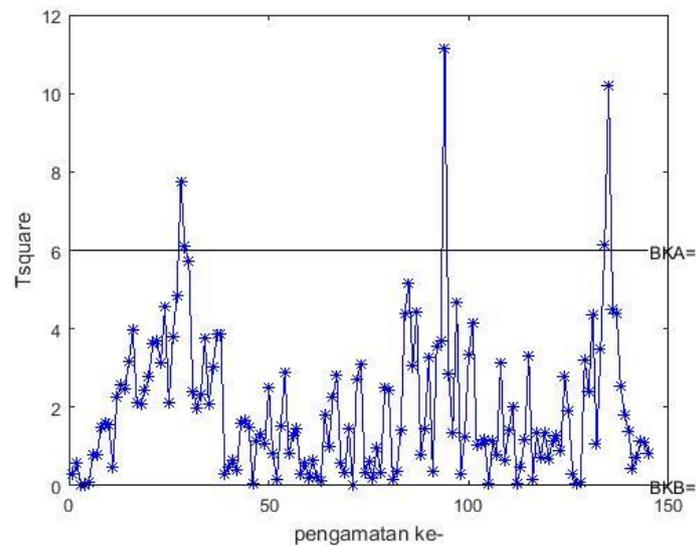
Selanjutnya yaitu menentukan matriks kovarians. Pada penelitian ini pencarian nilai matriks kovarians dibantu dengan *software* Matlab. Berikut nilai matriks kovarians yang didapatkan

$$S = \begin{pmatrix} 0,1436 & 0,0901 \\ 0,0901 & 0,1243 \end{pmatrix}$$

Nilai invers matriks kovariansnya adalah

$$S^{-1} = \begin{pmatrix} 12,7696 & -9,2560 \\ -9,2560 & 14,7538 \end{pmatrix}$$

Setelah didapat nilai vektor rata-rata dan matriks kovarians, maka selanjutnya menghitung nilai batas kendali untuk diagram kendali T^2 Hotelling dan perhitungan nilai T_i^2 . Setelah mendapatkan nilai T_i^2 dan nilai BKA maka diagram kendali T^2 Hotelling untuk data fluktuasi penyebaran Covid-19 di Indonesia dapat digambarkan menggunakan bantuan *software* Matlab sehingga terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Kendali T^2 Hotelling

Hasil perhitungan T^2 Hotelling pada Gambar 3 menunjukkan bahwa terdapat 5 pengamatan yang *out of control* untuk data fluktuasi penyebaran Covid-19 di Indonesia yaitu pengamatan ke 28, 29, 94, 134, dan 135. Berikut nilai T^2 untuk 5 pengamatan yang *out of control*.

Tabel 4. Pengamatan T^2 yang *out of control*

No. Pengamatan	T^2	BKA
28	7,7589	5,9084
29	6,0879	5,9084
94	11,1596	5,9084
134	6,1383	5,9084
135	10,1834	5,9084

Diagram Kendali T^2 Hotelling MCD

Perhitungan untuk membuat bagan kendali T^2 Hotelling dengan algoritma *fast-MCD* dapat dilakukan dengan menghitung vektor rata-rata dan matriks kovarians terlebih dahulu berdasarkan algoritma *fast-MCD*. Berikut merupakan nilai vektor rata-rata dan matriks kovarians berdasarkan algoritma *fast-MCD*.

$$\hat{\mu} = \bar{x}_{MCD} = [8,7096 \quad 5,1273], \text{ dan}$$

$$\hat{\Sigma} = S_{MCD} = \begin{bmatrix} 0,1212 & 0,0935 \\ 0,0935 & 0,1749 \end{bmatrix}$$

Nilai invers matriks kovariansnya yaitu:

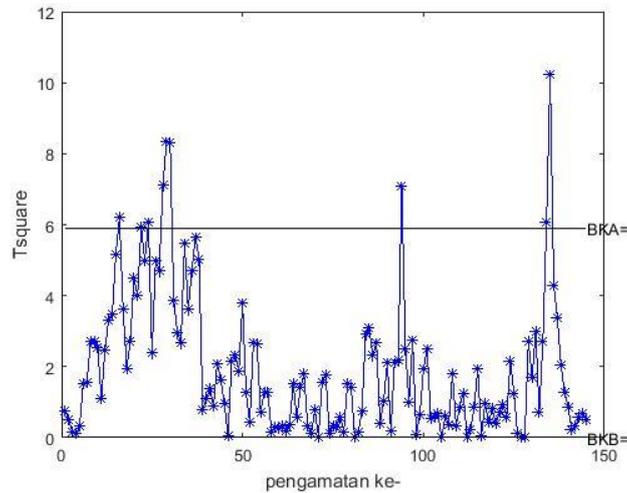
$$\hat{\Sigma}^{-1} = S_{MCD}^{-1} = \begin{bmatrix} 14,0418 & -7,5066 \\ -7,5066 & 9,7305 \end{bmatrix}$$

Setelah mendapatkan nilai \bar{x}_{MCD} dan S_{MCD} dari subsampel matriks data yang berukuran

$h = \frac{n+p+1}{2}$ maka selanjutnya menghitung nilai batas kendali untuk diagram kendali T^2

Hotelling dan menghitung nilai T_{MCD}^2 . Setelah mendapatkan nilai T_{MCD}^2 dan nilai BKA maka diagram kendali T^2 Hotelling dengan algoritma *fast-MCD* untuk data fluktuasi penyebaran

Covid-19 di Indonesia dapat digambarkan menggunakan bantuan *software* Matlab sehingga terlihat pada Gambar 4



Gambar 4. Diagram Kendali T^2 Hotelling dengan algoritma *fast-MCD*

Hasil perhitungan T^2 Hotelling dengan algoritma *fast-MCD* pada Gambar 4 menunjukkan bahwa terdapat 9 pengamatan yang *out of control* untuk data fluktuasi penyebaran Covid-19 di Indonesia yaitu pengamatan ke 16, 22, 24, 28, 29, 30, 94, 134, dan 135. Berikut nilai T_{MCD}^2 untuk 9 pengamatan yang *out of control*.

Tabel 5. Pengamatan T_{MCD}^2 yang *out of control*

No. Pengamatan	T_{MCD}^2	BKA
16	6,1978	5,9084
22	5,9441	5,9084
24	6,0767	5,9084
28	7,1113	5,9084
29	8,3380	5,9084
30	8,3077	5,9084
94	7,0973	5,9084
134	6,0850	5,9084
135	10,2573	5,9084

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Penerapan algoritma *fast-MCD* pada diagram kendali T^2 Hotelling data Covid-19 di Indonesia untuk variabel kasus baru (X1) dan kasus kematian baru (X2) terlihat lebih efektif mendeteksi data yang mengandung *outlier*. Dari hasil perhitungan diperoleh 9 data yang *out of control* dengan nilai BKA yang diperoleh yaitu sebesar 5,9908.
2. Pembentukan diagram kendali T^2 Hotelling pada variabel kasus baru (X1) dan kasus kematian baru (X2) menunjukkan bahwa penyebaran Covid-19 di Indonesia tidak terkendali karena sampel ke 16, 22, 24, 28, 29, 30, 94, 134, dan 135 berada di luar batas kendali. Penyebab sampel-sampel tersebut berada di luar batas kendali dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan diantaranya adalah kurangnya pemahaman masyarakat

terhadap virus Covid-19 sehingga banyak masyarakat yang tidak menerapkan 5M (Memakai masker, mencuci tangan menggunakan sabun dan air mengalir, menjaga jarak, menjauhi kerumunan, dan membatasi mobilisasi serta interaksi).

Acknowledge

Artikel ini merupakan bagian dari hasil Penelitian Kolaborasi Internasional yang disuport oleh LPPM Unisba. Oleh karena itu kami ucapkan terima kasih kepada Bapa Rektor Unisba dan Ketua LPPM Unisba serta seluruh pihak yang membantu memberi saran maupun masukan sampai terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Hubert, M., & Debruyne, M. (2010). Minimum Covariance Determinant. *Advanced Review*.
- [2] Rousseeuw, P. J. (1985). Multivariate estimation with high breakdown point. In *Mathematical Statistics and Applications B* (W. Grossmann, G. Pflug, I. Vincze and W. Werz, eds.), 283297. Reidel, Dordrecht.
- [3] Rousseeuw, P. J., & Driessen, K. V. (1999). Fast Algorithm for the Minimum Covariance Determinant Estimator. *Technometrics*, Vol 41, No. 3., 212-223.
- [4] Wang, M., Martin, R., & Mao, G. (2015). A Nonsingular Robust Covariance In Multivariate Outlier Detection. *Wilrijk, Belgium: Departement of Mathematics and computer Science, University of Antwerp (UIA)*.
- [5] Cangara, H. Hafied. 2002. *Pengantar Ilmu Komunikasi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- [6] Rahmadani Riani Shifa, Suliadi. (2021). *Faktor Koreksi Diagram Kendali Shewhart pada Situasi Unconditional ARL dan Penerapannya terhadap Data Brix (Kekentalan) Saus*. *Jurnal Riset Statistika*, 1(1), 28-34.