

Diagram Kendali *Effective Variance* untuk Memantau Dispersi Proses

Azzam Majduddin*, Suwanda

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

*majduddin8@gmail.com, suwanda@unisba.ac.id

Abstract. Generalized variance (GV) control chart, $|S|$ is a tool commonly used to integrate multivariate dispersions in process control. The GV control chart is used where the measurements are the same or not too different. In the case of different dimension, it is necessary to standardize. The GV standardization in a way called rooting to the power of p , then suppose the name of effective variance. In this analysis, we will discuss the formation of an effective variance control chart which is a developmental concept of a generalized variance control chart. This study describes the use of an effective variance control chart to monitoring the dispersion on the development of food prices for red chili and cayenne pepper in West Java. The results obtained are observations that are out of control in periods 2, 3, 4, 11, 13, 17, 19 and 30. So it can be said that the development of food prices for red chili and cayenne pepper in West Java is not controlled statistically.

Keywords: Multivariate Control Chart, Covariance Matrix, Effective Variance.

Abstrak. Diagram kendali generalized variance (GV), $|S|$ merupakan alat yang biasa digunakan untuk memantau dispersi multivariat dalam pengendalian proses. Diagram kendali GV digunakan dalam hal satuan pengukuran sama atau tidak terlalu berbeda. Dalam hal satuan berbeda, maka perlu distandarkan. Standarisasi GV dilakukan dengan cara mengakarkan pangkat p , selanjutnya disebut effective variance. Dalam penelitian ini akan dibahas pembentukan diagram kendali effective variance yang merupakan konsep perkembangan dari diagram kendali generalized variance. Pada penelitian ini dipaparkan tentang penggunaan diagram kendali effective variance untuk memantau dispersi pada perkembangan harga pangan cabai merah dan cabai rawit di Jawa Barat. Hasil yang diperoleh yaitu terdapat pengamatan yang berada diluar batas kendali (out of control) yang terdapat pada periode ke-2, 3, 4, 11, 13, 17, 19 dan 30. Jadi dapat disimpulkan bahwa perkembangan harga pangan cabai merah dan cabai rawit di Jawa Barat tidak terkontrol secara statistik.

Kata Kunci: Diagram Kendali Multivariat, Matriks Kovarians, *Effective Variance*, harga cabe merah dan cabe rawit.

1. Pendahuluan

Diagram Kendali atau *Control Chart* merupakan sebuah grafik yang memperlihatkan gambaran tentang bagaimana perubahan suatu proses dari waktu ke waktu. Diagram Kendali digunakan untuk mengendalikan suatu proses produksi sehingga dapat menghasilkan kualitas yang baik dengan cara mendeteksi penyebab variasi serta mengurangi variasi yang terdapat dalam proses. Untuk mengukur dua atau lebih karakteristik kualitas berkorelasi, digunakan diagram kendali multivariat, karena memperhitungkan struktur korelasi antar variabel.

Dalam beberapa tahun terakhir, diagram kendali multivariat telah banyak dipelajari secara menyeluruh. Pengendalian vektor rata-rata populasi umumnya diperoleh dengan menggunakan diagram kendali multivariat. Jika tujuannya untuk pengendalian yang efisien dari matriks kovarians, beberapa diagram kendali multivariat telah dikembangkan. Yang pertama

adalah statistik yang diturunkan dari uji rasio *generalized likelihood*, W , digunakan untuk menghindari kemiringan (*skewness*). Statistik W didistribusikan asimtotik sebagai variabel *chi-square* dengan derajat kebebasan $p(p + 1)/2$ jika hipotesis nol (H_0) diterima.

Terdapat diagram kendali lain untuk mengontrol dispersi multivariat, yaitu diagram kendali *generalized variance* ($|S|$). Diagram kendali *generalized variance* merupakan cara yang paling efektif untuk mendeteksi pergeseran kecil dalam vektor rata-rata (Hamed, 2014). *Generalized variance* merupakan sebuah konsep yang diturunkan dari statistik *Wilks* yang didefinisikan sebagai determinan matriks kovarians dan mewakili ukuran variabilitas global. Diagram kendali *generalized variance* bergantung pada varians rata-rata $|S|$, yaitu $E(|S|)$ dan $V(|S|)$ dan properti yang sebagian besar distribusi probabilitas $|S|$ terdapat dalam interval $E(|S|) \pm 3\sqrt{V(|S|)}$.

Dalam banyak masalah praktik, varians dalam beberapa multidimensi populasi perlu dibandingkan. SenGupta (1987) memperkenalkan konsep dari *generalized standardised variance* dan mendefinisikannya sebagai akar p pada determinan matriks kovarians, $|\Sigma|^{1/p}$, sebagai ukuran perbandingan variabilitas populasi, dengan populasi yang berbeda ukuran (Diaz, 2007).

Pena dan Rodriguez (2003) mengusulkan nama *effective variance* untuk pengukuran variabilitas $|\Sigma_p|^{1/p}$, yang memungkinkan proses untuk dikontrol dimana terdapat fase kontrol dengan jumlah variabel terkontrol yang berbeda (Diaz, 2007).

Dalam penelitian ini, penulis akan memaparkan penggunaan diagram kendali *effective variance* untuk memantau proses dispersi pada perkembangan harga pangan cabai merah dan cabai rawit di Jawa Barat. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: “Bagaimana penggunaan diagram kendali *effective variance* pada perkembangan harga pangan cabai merah dan cabai rawit di Jawa Barat.” Selanjutnya tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan diagram kendali *effective variance* pada perkembangan harga pangan cabai merah dan cabai rawit di Jawa Barat.

2. Metodologi

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder, yaitu data perkembangan harga pangan cabai merah dan cabai rawit di Jawa Barat. Data merupakan data harga komoditas harian yang dicatat pada tanggal 1 Januari 2019 sampai dengan 30 Juni 2021 yang selanjutnya data tersebut diolah menjadi data subgrup per-bulan. Pada penelitian ini menggunakan dua variabel yang dipilih dari data perkembangan harga pangan di Jawa Barat, yaitu cabai merah (X_1) dan cabai rawit (X_2). Terdapat 30 subgrup (bulan) pada penelitian ini, masing-masing berukuran 10 sehingga terdapat 300 data yang akan diteliti.

Berikut ini merupakan langkah-langkah untuk menganalisis data pada penelitian ini, yaitu:

1. Melakukan pengujian distribusi normal multivariat untuk memenuhi asumsi dasar dalam analisis multivariat.
2. Membuat diagram kendali *effective variance* dengan langkah sebagai berikut:
 - a. Menghitung matriks kovarians gabungan (karena tidak ada informasi Σ_0) dengan

$$\text{menggunakan rumus } S_{pl} = \frac{\sum_{i=1}^m v_i S_i}{\sum_{i=1}^m v_i}$$

- b. Menghitung *effective variance* $(|S|^{1/p})$ masing-masing bulan dan untuk matriks kovarians gabungan.
 - c. Menghitung batas kendali menggunakan persamaan

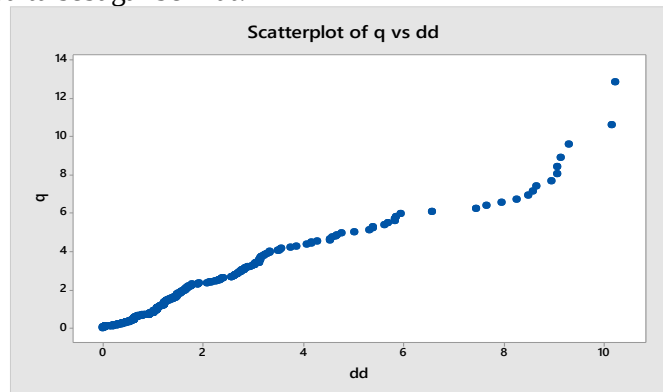
$$\begin{aligned}
 BKA_{EV} &= |S_{pl}|^{1/p} + 3\sqrt{\frac{2}{np}}|S_{pl}|^{2/p} \\
 GP_{EV} &= |S_{pl}|^{1/p} \\
 BKB_{EV} &= |S_{pl}|^{1/p} - 3\sqrt{\frac{2}{np}}|S_{pl}|^{2/p}
 \end{aligned}
 \quad \dots (1)$$

- d. Memplotkan *effective variance* masing-masing bulan kedalam diagram kendali
3. Menginterpretasikan hasil apakah plot sebaran pada diagram kendali berada pada batas kontrol atau tidak.

3. Pembahasan dan Diskusi

Uji Normalitas Multivariat

Untuk melakukan analisis multivariat, terlebih dahulu kita harus memenuhi asumsi dasar analisis multivariat, yaitu data harus berdistribusi normal multivariat. Perhitungan $MD^2 \leq \chi_p^2(0,50)$ dan pembuatan q-q plot untuk melakukan uji normalitas multivariat, digunakan *software* minitab, yaitu sebagai berikut:



Gambar 1. scatterplot perkembangan harga pangan pada cabai merah dan cabai rawit tahun 2019-2021

pada scatterplot diatas dapat disimpulkan bahwa nilai $MD^2 = (\varepsilon - E(\varepsilon))^t S^{-1} (\varepsilon - E(\varepsilon))$ cenderung membentuk garis lurus dan ada lebih dari 50% (53,33%) nilai $MD^2 \leq \chi_p^2(0,50)$ sehingga data diatas cenderung berdistribusi multinormal.

Diagram Kendali *Effective Variance*

Sebelumnya akan dicari terlebih dahulu matriks kovarians gabungan dari cabai merah dan cabai

rawit dengan menggunakan persamaan $S_{pl} = \frac{\sum_{i=1}^m v_i S_i}{\sum_{i=1}^m v_i}$. Perhitungan dilakukan dengan

menggunakan *software* Rstudio, dengan hasil sebagai berikut:

$$S_{gab} = \begin{pmatrix} 10,115983 & 3,922832 \\ 3,922832 & 5,223250 \end{pmatrix}$$

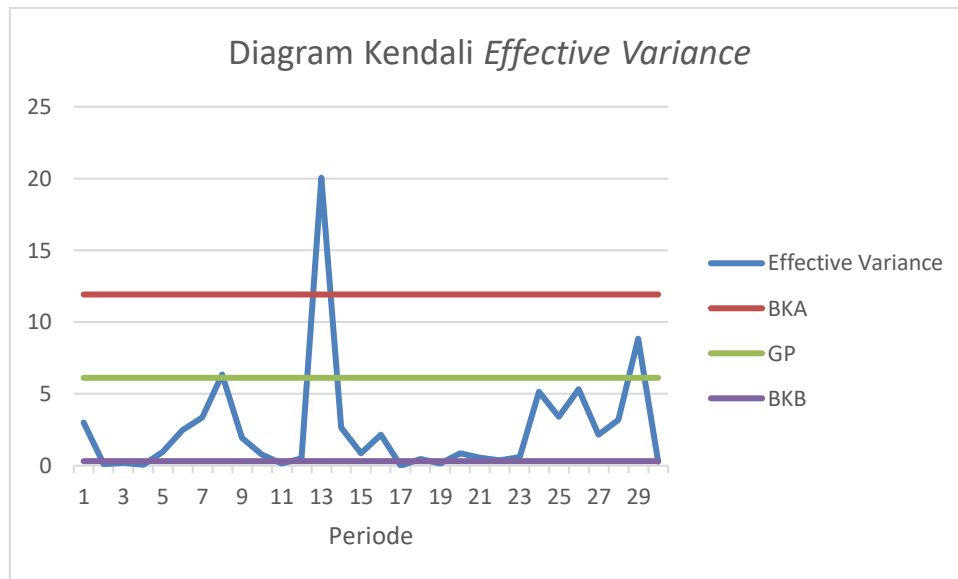
dengan ukuran sampelnya adalah 10. Dari matriks kovarians tersebut dapat diperoleh nilai *effective variancenya*, yaitu $|S_{gab}|^{1/p} = 37,4497^{1/2} = 6,119616$. Untuk selanjutnya yaitu menghitung *effective variance* pada masing-masing bulan dengan menggunakan *software* Rstudio, dan menghitung batas kendali dengan menggunakan persamaan (1), sehingga diperoleh

sebagai berikut berikut:

Tabel 1. Nilai *effective variance* pada masing-masing bulan dan nilai batas-batas kendali

No	Nilai EV	BKA	GP	BKB
1	2,985882	11,9251935	6,119616	0,3140385
2	0,107123	11,9251935	6,119616	0,3140385
3	0,1755522	11,9251935	6,119616	0,3140385
4	0,08109075	11,9251935	6,119616	0,3140385
5	0,9478102	11,9251935	6,119616	0,3140385
6	2,463098	11,9251935	6,119616	0,3140385
7	3,351938	11,9251935	6,119616	0,3140385
8	6,36408	11,9251935	6,119616	0,3140385
9	1,917742	11,9251935	6,119616	0,3140385
10	0,7739168	11,9251935	6,119616	0,3140385
11	0,1631211	11,9251935	6,119616	0,3140385
12	0,4997462	11,9251935	6,119616	0,3140385
13	20,05948	11,9251935	6,119616	0,3140385
14	2,658928	11,9251935	6,119616	0,3140385
15	0,8714591	11,9251935	6,119616	0,3140385
16	2,178768	11,9251935	6,119616	0,3140385
17	3,98E-09	11,9251935	6,119616	0,3140385
18	0,4551848	11,9251935	6,119616	0,3140385
19	0,1426125	11,9251935	6,119616	0,3140385
20	0,8723078	11,9251935	6,119616	0,3140385
21	0,5336554	11,9251935	6,119616	0,3140385
22	0,3555216	11,9251935	6,119616	0,3140385
23	0,6110357	11,9251935	6,119616	0,3140385
24	5,124442	11,9251935	6,119616	0,3140385
25	3,404073	11,9251935	6,119616	0,3140385
26	5,318139	11,9251935	6,119616	0,3140385
27	2,148435	11,9251935	6,119616	0,3140385
28	3,176066	11,9251935	6,119616	0,3140385
29	8,856592	11,9251935	6,119616	0,3140385
30	0,292651	11,9251935	6,119616	0,3140385

Setelah diperoleh nilai *effective variance* pada masing-masing bulan dan batas-batas kendalinya, maka diagram kendali *effective variance* dapat dibuat, diagram kendalinya adalah sebagai berikut:



Gambar 2. diagram kendali *effective variance*

Pada diagram kendali *effective variance* diatas dapat disimpulkan bahwa proses tidak terkendali (*out of control*), karena terdapat sebaran plot yang berada di luar batas kendali, yaitu pada periode ke-2, 3, 4, 11, 13, 17, 19 dan 30. Pada periode ke-2, 3, 4, 11, 17, 19 dan 30 nilai *effective variance* berada dibawah batas kendali bawah (BKB) atau $|S_i|^{1/p} < \text{BKB}$, sedangkan periode ke-13 berada diatas batas kendali atas (BKA) atau $|S_i|^{1/p} > \text{BKA}$.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa data perkembangan harga pangan pada cabai merah dan cabai rawit di Jawa Barat pada tahun 2019-2021 berasal dari populasi yang berdistribusi normal multivariat. Setelah dilakukan pembuatan diagram kendali *effective variance* plot sebaran pada diagram tersebut terdapat pengamatan yang berada diluar kendali (*out of control*). Artinya perkembangan harga pangan pada cabai merah dan cabai rawit di Jawa Barat pada tahun 2019-2021 tidak terkontrol secara proses statistik.

Acknowledge

Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Diaz, J. C. (2007). The 'effective variance' control chart for monitoring the dispersion process with missing data. *European J. Industrial Engineering*, 40-54.
- [2] Hamed, M. S. (2014). Generalized Variance Chart for Multivariate Quality Control Process Procedure with Application. *Applied Mathematical Sciences*, 8137-8151.
- [3] Pena, D., & Rodriguez, J. (2003). Descriptive measures of multivariate scatter and linear dependence. *Multivariate Analysis*, 361-374.
- [4] SenGupta, A. (1987). Test for standardized generalized variances of multivariate normal populations of possibly different dimensions. *Journal of Multivariate Analysis*, 209-219.
- [5] 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.