

Diagram Resetting EWMA Scheme (RES) dalam Mengontrol Coefficient Variation (CV) Kadar Asam Lemak Bebas

Bella Novia Syabandina*, Suliadi

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

*bellasyabandina@gmail.com, suliadi@gmail.com

Abstract. One of the tools commonly used in monitoring the production process (Quality Control) is a control chart. The chart that is commonly used is the Shewhart control chart with the assumption that the average (μ) and standard deviation (σ) have constant values throughout the process. In practice, not all processes have a constant average value (μ) and standard deviation (σ), hence Shu and Jiang (2008) propose a Resetting EWMA Scheme (RES) Diagram in monitoring coefficient of variation (CV) that has capability to detect small shifts of CV. This research applied the RES Diagram of Shu and Jiang (2008) in controlling CV of free fatty acid content in the processing of palm oil products. From the phase I it is obtained the value of CV is 0.1449. In phase II it is obtained Upper Control Limit of RES diagram is 0.4515 with EWMA parameter $\lambda = 0.05$ and $K^+ = 3.075$ under $ARL_0 = 370$. It is obtained that the CV process is in control.

Keywords: *Quality Control, EWMA Resetting Diagram, Coefficient Variation, Free Fatty Acids, Palm Oil.*

Abstrak. Salah satu alat yang biasa digunakan dalam pemantauan proses produksi (*Quality Control*) adalah diagram kendali. Diagram Kendali yang biasa digunakan yaitu Diagram Kendali Shewhart dengan asumsi rata-rata (μ) dan simpangan baku (σ) memiliki nilai yang konstan sepanjang proses. Pada praktiknya, tidak semua proses memiliki nilai rata-rata (μ) dan simpangan baku (σ) yang konstan, oleh karena itu Shu dan Jiang (2008) mengusulkan Diagram *Resetting EWMA Scheme (RES)* dalam memantau varians (CV) yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi pergeseran kecil CV. Penelitian ini menerapkan Diagram RES Shu dan Jiang (2008) dalam mengontrol *Coefficient Variation (CV)* data Kadar Asam Lemak Bebas pada Pengolahan Produk Minyak Sawit. Dari Fase I, diperoleh nilai CV sebesar 0.1449. Pada Fase II diperoleh nilai Batas Kendali Atas Diagram RES sebesar 0.4515 dengan parameter EWMA $\lambda = 0.05$ dan $K^+ = 3.075$ dibawah $ARL_0 = 370$. Diperoleh bahwa proses CV terkendali.

Kata Kunci: *Quality Control, Diagram Resetting EWMA, Coefficient Variation, Asam Lemak Bebas, Minyak Sawit.*

A. Pendahuluan

Sebagai salah satu bahan pokok, minyak goreng sangat dibutuhkan oleh masyarakat karena hampir setiap rumah tangga menggunakan minyak goreng untuk memasak, salah satunya adalah jenis minyak kelapa sawit. Penggunaan minyak kelapa sawit sebagai bahan pokok dalam kehidupan sehari-hari, tentunya membuat permintaan produk minyak kelapa sawit terus bertambah. Faktor utama yang mempengaruhi kualitas minyak kelapa sawit adalah kadar asam lemak bebas (ALB). Semakin tinggi kadar asam lemak bebas menyebabkan semakin rendahnya kualitas tersebut. Oleh karena itu, kadar asam lemak bebas ini perlu dikendalikan untuk menjaga kualitas minyak yang dihasilkan.

Pengendalian kualitas adalah aktivitas keteknikan dan manajemen, yang dengan aktivitas itu kita ukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan dan mengambil tindakan penyelesaian yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar (Montgomery, 1995). Untuk mendeteksi sebab-sebab terjadinya penyimpangan diluar kendali dalam proses produksi dapat dilakukan dengan diagram kendali (*control chart*). Diagram kendali merupakan alat yang sangat penting dalam pemantauan proses produksi sehingga dapat diketahui apakah suatu proses produksi terkontrol atau tidak secara statistik. Terdapat dua jenis diagram kontrol atau diagram kendali yaitu diagram kendali rata-rata dan diagram kendali variabilitas. Diagram kendali rata-rata bertujuan untuk melihat stabilitas rata-rata proses, sedangkan untuk diagram kendali variabilitas proses bertujuan untuk melihat stabilitas varians proses.

Diagram kendali yang sangat umum digunakan dalam proses pengendalian kualitas adalah diagram kendali Shewhart yang terdiri dari diagram kendali $\bar{X}$, diagram kendali R dan diagram kendali S. Asumsi dasar dalam penggunaan diagram kendali Shewhart adalah rata-rata (μ) dan simpangan baku (σ) memiliki nilai yang konstan sepanjang proses.

Diagram kendali yang sangat umum digunakan dalam proses pengendalian kualitas adalah diagram kendali Shewhart dengan asumsi dasar dalam penggunaan diagram kendali Shewhart adalah rata-rata (μ) dan simpangan baku (σ) memiliki nilai yang konstan sepanjang proses. Namun, pada praktiknya tidak semua proses memiliki nilai rata-rata (μ) dan simpangan baku (σ) yang konstan sehingga hanya apabila kedua nilai tersebut konstan, maka diagram kendali Shewhart dapat digunakan karena asumsinya terpenuhi. Pada banyak kasus, simpangan baku (σ) proporsional terhadap rata-rata (μ) sehingga rasio simpangan baku terhadap rata-rata adalah konstan. Rasio ini disebut sebagai koefisien variasi (CV).

Menurut Zhang, dkk. (2017) CV merupakan ukuran dispersi atau variabilitas yang tidak berdimensi (tidak memiliki satuan). Dalam eksperimen kimia, CV sering digunakan sebagai tolak ukur ketepatan pengukuran (presisi) dengan membandingkan nilai CV dari masing-masing metode pengukuran. Selain dalam bidang kimia, CV juga sering digunakan di bidang-bidang yang lain, seperti bidang keuangan, bidang rekayasa dan manufaktur bahan.

Oleh karena itu, pemantauan pergeseran CV melalui grafik telah mendapatkan perhatian yang cukup besar. Diagram kendali pertama untuk memantau CV yaitu, Diagram Shewhart CV yang dikembangkan oleh Kang, dkk. (2007) diagram CV Shewhart ini sensitif terhadap pergeseran besar. Selanjutnya terdapat Diagram *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) untuk CV yang diusulkan oleh Hong, dkk. (2008) untuk meningkatkan kinerja diagram Shewhart CV dalam mendeteksi pergeseran sedang dan kecil di CV.

Beberapa diagram kendali terus dikembangkan setelahnya guna memperoleh kinerja maksimal dalam pemantauan CV. Salah satu diagram kendali yang baru dikembangkan adalah Diagram RES (*Resetting EWMA Scheme*) CV. Diagram RES CV ini awalnya diusulkan oleh Shu dan Jiang (2008) untuk memantau varians melalui proses yang dibangun dengan memotong pengamatan yang dinormalisasi negatif menjadi nol dalam statistik CV EWMA tradisional. Keunggulan lain dari Diagram RES CV ini juga adalah lebih cepat mendeteksi pergeseran yang ada termasuk kasus penurunan dan peningkatan serta dapat memperbaiki masalah inersia statistik EWMA.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menerapkan Diagram *Resetting EWMA Scheme* (RES) dalam Mengontrol *Coefficient Variation* (CV) Kadar Asam Lemak Bebas.

B. Metodologi Penelitian

Langkah Pertama dalam penelitian ini adalah menguji kenormalan data. Hal ini disebabkan untuk melalui proses pada Fase I dalam pembentukan Diagram RES, data harus berdistribusi normal. Salah satu uji statistik normalitas yang dapat digunakan yaitu uji Anderson Darling dengan hipotesis ujinya adalah:

H_0 = Data berdistribusi normal

H_1 = Data tidak berdistribusi normal

dengan statistik uji:

$$A = -k - S \quad (1)$$

di mana:

$$S = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k [2i - 1] [\ln(F(Z_i)) + \ln(1 - F(Z_{k+1-i}))] \quad (2)$$

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{s} \quad (3)$$

dengan keterangan:

A = statistik uji Anderson Darling

S = standar deviasi data

X_i = data ke-I yang telah diurutkan

Z_i = data X_i yang telah distandarisasi

$\bar{X}$ = rata-rata data

$F(Z_i)$ = nilai fungsi distribusi kumulatif normal baku Z_i

Kriteria ujinya adalah apabila $A < A_\alpha$ (tabel) atau P-value $> \alpha$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima.

Ketika data tidak berdistribusi normal, maka dilakukan transformasi data sebagai upaya untuk menangani sebaran data yang tidak normal. Beberapa transformasi yang umum digunakan adalah transformasi dengan melihat kemiringan bentuk datanya dan juga transformasi Box-Cox. Namun pada praktiknya, terkadang terdapat data yang masih tidak memenuhi asumsi walaupun sudah dilakukan transformasi dengan cara-cara tersebut. Maka terdapat alternatif lain untuk mengatasinya, yakni dengan melakukan transformasi Johnson.

Transformasi Johnson diawali dengan mempertimbangkan seluruh transformasi potensial pada Johnson System, menghitung parameter dan mentransformasikan data dengan menggunakan rumus transformasi. Kemudian dilakukan perhitungan Anderson Darling statistics dan p-value dari data yang ditransformasi (Chou, dkk. 1998).

Setelah data berdistribusi normal, selanjutnya yaitu melakukan Fase I. Tujuan utama dari Fase I adalah memperoleh parameter proses (γ) yang diperoleh dari proses yang terkendali dengan nilai coefficient variation (CV) yang diperoleh melalui persamaan:

$$\gamma_k = \frac{\sigma_k}{\mu_k} = \gamma_0 \quad (4)$$

Oleh karena itu, apabila diagram kontrol yang terbentuk dalam Fase I ini terdapat sampel yang out of control maka sampel tersebut dibuang dan batas-batas kendali dihitung ulang hingga diagram kontrol yang terbentuk dinyatakan terkendali (in control). Diagram Fase I ini dibentuk melalui bagan tipe Shewhart yang dilambangkan sebagai “SH- γ ”. Kang, dkk. (2007) mengusulkan batas kendali yaitu LCLSH dan UCLSH dengan tingkat kesalahan Tipe I sebesar $\alpha_0 = 0.0027$ untuk $ARL_0 = 370.4$ sebagai berikut:

$$LCLSH = F_{\hat{\gamma}}^{-1} \left(\frac{\alpha_0}{2} \mid n, \gamma_0 \right) \quad (5)$$

$$UCLSH = F_{\hat{\gamma}}^{-1} \left(1 - \frac{\alpha_0}{2} \mid n, \gamma_0 \right) \quad (6)$$

Ketika Diagram Fase I sudah dalam keadaan terkendali, maka selanjutnya dilakukan Fase II atau penerapan dari Diagram RES. Konstruksi awal dari Diagram RES adalah dengan menentukan $\hat{\gamma}_k^2$ yang dibakukan dan mendefinisikannya sebagai (Zhang, dkk. 2017):

$$Z_k = \frac{\hat{\gamma}_k^2 - \mu_0(\hat{\gamma}^2)}{\sigma_0(\hat{\gamma}^2)}; \gamma_k = \gamma_0 \quad (7)$$

di mana:

$$\mu_0(\hat{\gamma}^2) = \gamma_0^2 \left(1 + \frac{3\gamma_0^2}{n}\right) \quad (8)$$

$$\sigma_0(\hat{\gamma}^2) = \left\{ \gamma_0^4 \left(\frac{2}{n-1} + \gamma_0^2 \left(\frac{4}{n} + \frac{20}{n(n-1)} + \frac{75\gamma_0^2}{n^2} \right) \right) - (\mu_0(\hat{\gamma}^2) - \gamma_0^2)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

Selanjutnya melakukan winsorized terhadap Z_k dan menerapkan skema EWMA konvensional ke winsorized data. Apabila $Z_k \sim N(0,1)$ maka rata-rata dan varians dari data winsorized dirumuskan dengan (Zhang, dkk. 2017) :

$$\mu_{Z_k^+} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}, \sigma_{Z_k^+}^2 = 1 - \frac{1}{2\pi} \quad (10)$$

Sehingga, grafik EWMA sisi atas didefinisikan sebagai berikut:

$$W'_k = W_k^+ = \lambda \left(Z_k^+ - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \right) + (1 - \lambda) W_{k-1}^+ \quad (11)$$

dengan

$$W'_0 = E[Z_k^+ | \gamma = \gamma_0]$$

Namun nilai awal grafik RES biasanya diatur menjadi (Zhang, dkk. 2017)

$$W'_0 = 0 \quad (12)$$

dimana bentuk winsorized dari data dinyatakan dalam persamaan:

$$Z_k^+ = \max(0, Z_k) \quad (13)$$

Secara umum, nilai λ yang memiliki kinerja baik dalam praktiknya berada pada interval $0.05 \leq \lambda \leq 0.25$. Lucas dan Saccucci (1990), memberikan pedoman dalam pemilihan λ yaitu apabila ingin mendeteksi pergeseran kecil maka gunakan λ yang paling kecil. Sedangkan apabila ingin mendeteksi pergeseran besar maka gunakan λ dengan nilai yang lebih besar. Grafik baru ini akan memicu sinyal out of control ketika W_k^+ melebihi nilai Batas Kendali Atas (UCL).

$$UCL = h_W^U = K^+ \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda}} \sigma_{Z_k^+} \quad (14)$$

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Normalitas Data

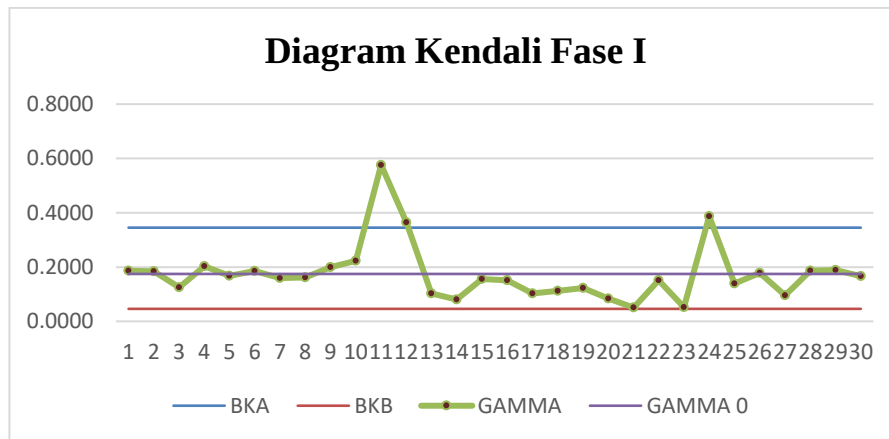
Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan uji Anderson Darling, pada pengujian ini diperoleh nilai $P\text{-value} < 0.005$ artinya nilai tersebut kurang dari taraf signifikan ($\alpha = 0.05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Karena hal tersebut, maka asumsi tidak terpenuhi sehingga perlu dilakukan transformasi data. Pada penelitian ini, transformasi yang akan digunakan adalah transformasi Johnson dengan persamaan transformasi:

$$3,500 + Ln \left(\frac{(X - (3.5000 - 0.1 \times 0.3131))}{((4.8900 + 0.1 \times 0.3131) - X)} \right)$$

Setelah itu data hasil transformasi diuji kembali, diperoleh nilai $P\text{-value}$ sebesar 0.151 artinya nilai tersebut lebih besar dari taraf signifikan (α), sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi uji normalitas terpenuhi.

Fase I

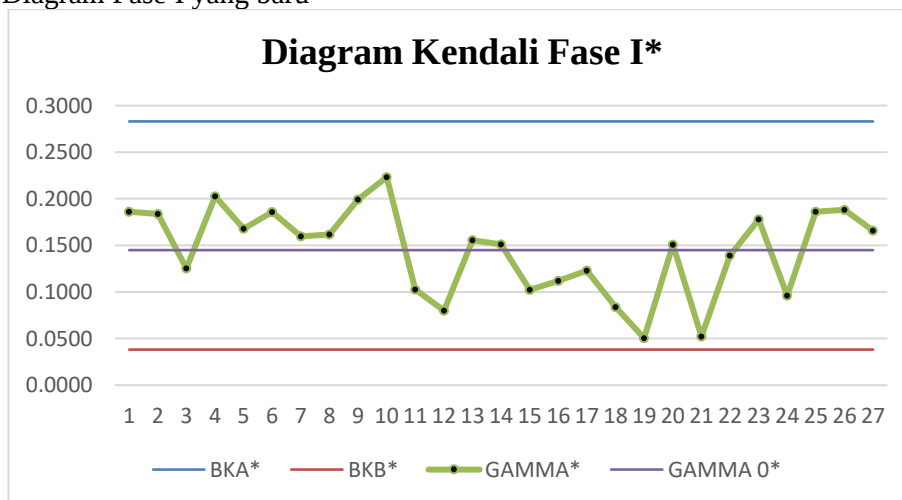
Bagan kendali yang digunakan dalam Fase I ini adalah bagan tipe Shewhart dengan $\gamma_0 = 0.1746$ lalu nilai Batas Kendali Bawah (LCL) sebesar 0.0459 dan nilai Batas Kendali Atas (UCL) sebesar 0.3450 diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Kendali Fase I

Dapat dilihat dari diagram kendali tersebut bahwa terdapat sampel yang berada di luar batas kontrol, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa variabilitas proses kadar asam lemak bebas pada Fase I tidak terkendali. Terdapat 3 sampel yang di luar batas kendali yaitu sampel ke- 11, 12 dan 24. Oleh karena itu, sampel-sampel tersebut harus dibuang dan batas-batas kendali dihitung ulang.

Dari perhitungan ulang, diperoleh $\gamma_0 = 0.1449$ lalu nilai Batas Kendali Bawah (LCL) sebesar 0.0382 dan nilai Batas Kendali Atas (UCL) sebesar 0.2830 sehingga dapat dibuat kembali Diagram Fase I yang baru



Gambar 2. Diagram Kendali Fase I*

Dapat dilihat dari diagram kendali tersebut bahwa sudah tidak terdapat sampel yang di luar batas kontrol, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa variabilitas proses kadar asam lemak bebas pada Fase I sudah terkendali. Karena Diagram Kendali pada Fase I sudah *in control* maka dapat dilanjutkan ke Fase II dengan nilai γ_0 pada saat *in control* sebesar 0.1449.

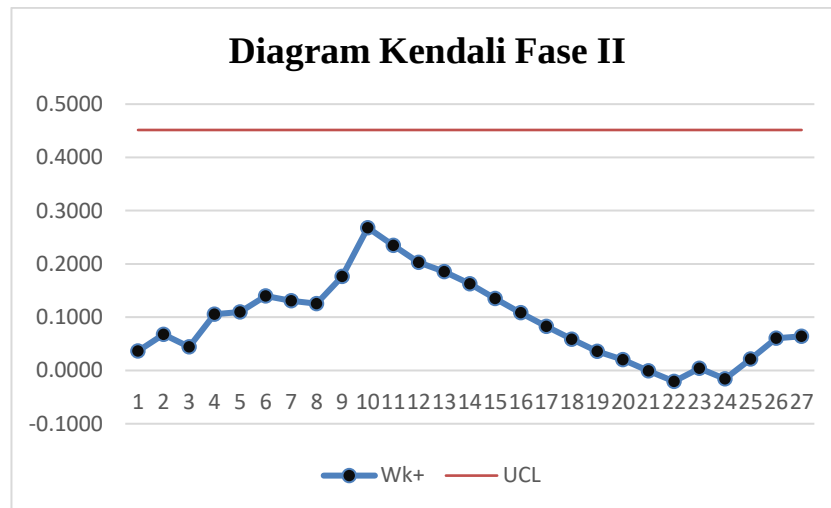
Fase II

Setelah Diagram Kendali Fase I dinyatakan *in control*, maka langkah selanjutnya adalah melakukan Fase II dengan menggunakan nilai γ_0 sebesar 0.1449 yang berasal dari proses Fase I yang sudah *in control*. Setelah dilakukan perhitungan, diperoleh nilai $\mu_0 (\hat{\gamma}^2)$ sebesar 0.0212 dan nilai $\sigma_0 (\hat{\gamma}^2)$ sebesar 0.0119 dimana nilai ini akan digunakan untuk mencari nilai Z_k untuk setelahnya dilakukan *winsorizing* pada data tersebut yang dilambangkan dengan Z_k^+ . Sehingga dapat dihitung diagram kendali untuk Fase II ini yang diringkas dalam bentuk Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Data Sampel Fase II

Z_k	Z_k^+	W_k^+
1,1317	1,1317	0,0366
1,0575	1,0575	0,0677
-0,4648	0	0,0444
1,6677	1,6677	0,1056
0,5825	0,5825	0,1095
1,1160	1,1160	0,1399
0,3629	0,3629	0,1311
0,4171	0,4171	0,1254
1,5456	1,5456	0,1765
2,4051	2,4051	0,2680
-0,8967	0	0,2346
-1,2435	0	0,2029
0,2474	0,2474	0,1852
0,1384	0,1384	0,1629
-0,9043	0	0,1348
-0,7272	0	0,1081
-0,5095	0	0,0828
-1,1937	0	0,0587
-1,5669	0	0,0358
0,1259	0,1259	0,0203
-1,5523	0	-0,0006
-0,1530	0	-0,0206
0,8744	0,8744	0,0042
-1,0054	0	-0,0159
1,1317	1,1317	0,0215
1,1980	1,1980	0,0604
0,5328	0,5328	0,0640

Dengan nilai $\sigma_{Z_k^+}$ sebesar 0.9169 ; $n=7$ lalu $\gamma_0 = 0.1449 \approx 0.15$ dan nilai λ sebesar 0.05 maka diperoleh nilai K^+ sebesar 3.075 (Zhang, dkk. 2017). Karena yang akan dikontrol dalam penelitian ini hanya kenaikan CV maka pada Fase II ini cukup dihitung Batas Kendali Atas (UCL) saja, dan diperoleh nilai UCL untuk Fase II sebesar 0.4515 sehingga dapat dibentuk Diagram Kendali Fase II (Diagram RES) seperti berikut:



Gambar 3. Diagram Kendali Fase II

Dapat dilihat dari diagram kendali tersebut bahwa tidak terdapat sampel yang di luar batas kontrol, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa variabilitas proses kadar asam lemak bebas pada Fase II sudah terkendali melalui Diagram RES ini yang artinya kenaikan proses CV terkendali karena tidak terdapat sinyal *out of control*.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa melalui Diagram Kendali RES kenaikan *coefficient variation* (CV) kadar asam lemak bebas pada pengolahan produk minyak sawit yang diproduksi oleh PT XYZ dinyatakan berada dalam keadaan terkendali.

Acknowledge

Artikel ini merupakan sebagian dari skripsi penulis pertama di Program Studi Statistika Universitas Islam Bandung.

Daftar Pustaka

- [1] Chou, Y., Polansky, A.M., & Mason, R.L. (1998). *Transforming Nonnormal Data to Normality in Statistical Process Control*. Journal of Quality Technology, 30: 133–141.
- [2] Kang, C.W., Lee, M.S., Seong, Y.J., Hawkins, D.M. (2007). *A control chart for the coefficient of variation*. Journal of Quality Technology, 39: 151-158.
- [3] Lucas, J. M. & Saccucci, M., S. (1990). *Exponentially Weighted Moving Average Control Schemes: Properties and Enhancements*. Technometrics, 32 : 1-12.
- [4] Nurhayati, Siti, Suliadi. (2022). *Diagram Kendali Multivariat Poisson untuk Pengendalian Kualitas Proses Produksi di PT. X*. Jurnal Riset Statistika 2(1). 58.66.
- [5] Montgomery, D. C. (1995). *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*. Terjemahan oleh Zanzawi, S. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada .
- [6] Shu, L & Jiang, W. (2008). *A new EWMA chart for monitoring process dispersion*. Journal of Quality Technology, 40: 319-331.
- [7] Zhang, J., Li, Z. & Wang, Z. (2017). *Control Chart for Monitoring the Coefficient of Variation with an Exponentially Weighted Moving Average Procedure*. Quality and Reliability Engineering International, 34(2), 188-202.