

# Penerapan Peta Kendali *Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average (NEWMA) $\bar{X}$* dalam Monitoring Rata-Rata Proses Ketebalan Kaca

Wibawati<sup>1\*</sup>, W. A. Rahma<sup>2</sup>, M. Ahsan<sup>3</sup>, W. M. Udiatami<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Departemen Statistika, Fakultas FSAD, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya, 60111, Indonesia

\*Corresponding author. Email: [wibawati@statistika.its.ac.id](mailto:wibawati@statistika.its.ac.id)

## ABSTRAK

Pada bidang industri sering diperoleh hasil pengukuran suatu karakteristik kualitas yang melibatkan interval ketidakpastian (*interval indeterminacy*). Hal ini menyebabkan peta kendali klasik kurang sesuai digunakan untuk memonitor kualitas. Dewasa ini telah dikembangkan diagram kendali dengan pendekatan *neutrosophic*. Peta kendali *neutrosophic* dikembangkan berdasarkan konsep bilangan *neutrosophic* dengan diagram kendali. Salah satu peta kendali yang telah dikembangkan untuk memonitor *mean process* adalah diagram kendali *Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average (NEWMA)  $\bar{X}$* . Peta kendali ini merupakan kombinasi *neutrosophic* dengan diagram kendali EWMA klasik. Peta kendali *neutrosophic* terdiri dari dua buah peta kendali, yaitu *lower* dan *upper* yang masing-masing terdiri dari batas kendali atas maupun bawah. Oleh karena itu, NEWMA  $\bar{X}$  lebih peka mendeteksi pengamatan yang *out of control*. Pada paper ini, peta kendali NEWMA  $\bar{X}$  digunakan untuk memonitor rata-rata proses dari ketebalan kaca jenis panasap *dark grey* 5mm yang diproduksi oleh suatu industri kaca, dimana hasil pengukuran melibatkan *interval indeterminacy*. Berdasarkan hasil analisis NEWMA  $\bar{X}$ , dengan menggunakan pembobot  $\lambda_N \in [0,10;0,10]$  dan konstanta  $k_N \in [2,565;2,675]$ , rata-rata proses dari ketebalan kaca belum terkendali secara statistik. Dari diagram ini teridentifikasi adanya 21 pengamatan yang berada di luar batas kendali (*out of control*). Selanjutnya, untuk mengetahui sensitivitas NEWMA  $\bar{X}$ , maka dilakukan perbandingan antara peta kendali NEWMA  $\bar{X}$  dengan peta kendali EWMA klasik. Pada nilai pembobot  $\lambda$  yang sama, terdeteksi ada 17 pengamatan yang berada diluar batas kendali (*out of control*). Hal ini menunjukkan peta kendali NEWMA  $\bar{X}$  lebih sensitif dalam mendeteksi pengamatan yang *out of control*.

## Kata Kunci:

Ketebalan Kaca; *Neutrosophic*; NEWMA  $\bar{X}$ ; *Out of Control*; Panasap Dark Grey

## ABSTRACT

*In the industrial sector, the measurement results of a quality characteristic often involve an uncertainty interval (interval indeterminacy). This causes the classical control chart to be less suitable for monitoring quality. Currently, a control chart with a neutrosophic approach has been developed. The neutrosophic control chart was developed based on the concept of neutrosophic numbers with control charts. One of the control charts that have been developed to monitor the mean process is the Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average (NEWMA)  $\bar{X}$  control chart. This control chart is a combination of neutrosophic with classical EWMA control chart. The neutrosophic control chart*

consists of two control charts, namely lower and upper, each of which consists of upper and lower control limits. Therefore, NEWMA  $\bar{X}$  is more sensitive to detect out of control observations. In this research, the NEWMA  $\bar{X}$  control chart will be used to monitor the average process of the thickness of the panasap dark grey 5mm glass produced by a glass industry. Through the analysis in this research, it was found that by using weighting  $\lambda_N \in [0, 10; 0, 10]$  and constant value  $k_N \in [2, 565; 2, 675]$ , the average process of the thickness of panasap dark grey 5mm glass has not been controlled statistically because 21 observations were identified that were outside the control limits (out of control). When compared with the classical EWMA control chart with the same weighting  $\lambda$ , 17 observations were detected out of control. This proves that the NEWMA  $\bar{X}$  control chart is more sensitive in detecting observations that are out of control because the determination of the in control state is based on two values, lower and upper, both at the lower and upper control limits.

---

#### Keywords:

Neutrosophic; NEWMA  $\bar{X}$ ; Out of Control; Panasap Dark Grey; Thickness of Glass

---

#### Format Sitasi:

W. Wibawati, W. A. Rahma, M. Ahsan, and W. M. Udiatami, "Penerapan Peta Kendali Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average (NEWMA)  $\bar{X}$  dalam Monitoring Rata-Rata Proses Ketebalan Kaca", *Jambura J. Math.*, vol. 4, No. 1, pp. 119–125, 2022, doi: <https://doi.org/10.34312/jjom.v4i1.11993>

---

## 1. Pendahuluan

Dalam industri manufaktur sering kita temui hasil pengukuran yang tidak pasti atau melibatkan (*interval indeterminacy*). Salah satu contohnya adalah pengukuran ketebalan lembaran kaca ekterior jenis panasap *dark grey* 5mm yang diproduksi oleh sebuah industri kaca di Surabaya Jawa Timur. Proses produksi kaca dilakukan menggunakan proses *floating* yaitu mengembangankan adonan kaca di atas kolam timah. Dikarenakan cara yang digunakan dalam proses produksi tersebut, menyebabkan ketebalan kaca yang dihasilkan bervariasi pada setiap lembar kaca. Terdapat empat titik pengukuran pada setiap lembar kaca dimana empat titik tersebut memiliki nilai yang bervariasi. Sehingga dari empat titik tersebut akan didapatkan nilai *lower* sebagai nilai minimum ketebalan dan nilai *upper* sebagai nilai maksimum ketebalan. Jenis kaca panasap *dark grey* 5mm dipilih sebagai objek penelitian dikarenakan kaca jenis panasap *dark grey* 5mm merupakan salah satu produk dengan permintaan yang tinggi akan tetapi paling rentan terhadap keretakan akibat temperatur.

Pada bidang industri, diperlukan suatu tahapan untuk mengetahui apakah produk yang dihasilkan telah memenuhi spesifikasi atau ketentuan yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Tahapan ini umum dilakukan oleh divisi *quality control* pada perusahaan industri dengan menggunakan metode tertentu, salah satunya adalah peta kendali atau diagram kontrol. *Quality control* atau pengendalian kualitas secara umum dapat didefinisikan sebagai tingkat kualitas yang diinginkan pada suatu karakteristik kualitas produk agar dapat dilakukan sebuah tindakan apabila terdapat ketidaksesuaian antara karakteristik produk yang dihasilkan dengan standar yang telah ditentukan [1]. Pada pengendalian kualitas, peta kendali *Shewhart* telah banyak digunakan dalam bidang industri untuk memonitoring proses dikarenakan pengaplikasiannya yang sederhana. Akan tetapi peta kendali *Shewhart* kurang peka dalam mendeteksi pergeseran proses yang kecil [2], sedangkan peta kendali yang mampu mendeteksi pergeseran proses yang kecil adalah peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) [3]. Peta kendali EWMA juga bersifat *robust* terhadap data yang tidak berdistribusi normal. Kedua peta kendali tersebut dapat digunakan ketika data penelitian memiliki nilai yang

pasti dan tidak samar, sedangkan pada bidang industri manufaktur nilai yang tidak pasti sering ditemukan sebagai akibat dari banyak faktor. Apabila nilai dari hasil pengukuran atau hasil produksi tidak dapat ditentukan dengan pasti, maka dibutuhkan suatu pendekatan yang baru. Suatu pendekatan yang sesuai digunakan untuk data dengan nilai yang tidak pasti adalah *neutrosophic statistics*. Konsep *Neutrosophic* pertama kali diperkenalkan pada tahun 1996 [4]. *Neutrosophic statistics* didasarkan pada logika *neutrosophic* yang merupakan bentuk umum dari logika *Fuzzy*. *Neutrosophic statistics* merupakan bentuk pengembangan dari *classical statistics* yang sesuai ketika digunakan untuk data dengan nilai yang tidak pasti [5]. Logika *neutrosophic* tidak memerlukan transformasi untuk mendapatkan derajat keanggotaan seperti pada logika *Fuzzy*. Hal ini dikarenakan logika *neutrosophic* terdiri dari dua nilai yaitu *lower* dan *upper*. *Lower* menunjukkan nilai terkecil dari hasil suatu pengukuran, sedangkan *upper* adalah nilai terbesar. Guna membedakan bilangan *neutrosophic* dengan bilangan lain, maka diberi indeks  $N$ .

Pada peta kendali klasik, terdapat dua batas kendali yaitu batas kendali bawah (*Lower Control Limit/LCL*) dan batas kendali atas (*Upper Control Limit/UCL*). Suatu pengamatan berada dalam kategori *in control* atau terkendali ketika nilai statistiknya berada di dalam batas kendali, baik itu batas kendali bawah maupun batas kendali atas. Akan tetapi, pada peta kendali *neutrosophic* masing-masing dari batas kendali bawah dan batas kendali atas memiliki nilai *lower* dan *upper*. Sehingga, suatu pengamatan berada dalam kategori *in control* atau terkendali ketika berada di dalam batas kendali bawah *neutrosophic* (*Neutrosophic Lower Control Limit/LCL<sub>N</sub>*) dan batas kendali atas *neutrosophic* (*Neutrosophic Upper Control Limit/UCL<sub>N</sub>*) [6].

Beberapa peta kendali *neutrosophic* telah dikembangkan dalam memonitoring hasil produksi dari perusahaan industri. Peta kendali *neutrosophic* tersebut ada yang digunakan dalam memonitoring variansi maupun rata-rata proses. Peta kendali *neutrosophic* yang digunakan untuk memonitoring variansi proses adalah  $S^2_N$  *Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average* (NEWMA). Peta kendali  $S^2_N$  NEWMA terbukti lebih sensitif dalam mendeteksi pergeseran proses yang kecil melalui penelitian yang dilakukan oleh Aslam, *et.al* pada tahun 2019 [7]. Peta kendali tersebut merupakan bentuk *neutrosophic* hasil modifikasi dari peta kendali  $S^2$  *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) klasik yang digunakan untuk memonitoring variansi proses [8]. Aslam, *et.al* [9] juga pernah melakukan penelitian yang sama terkait monitoring variabilitas menggunakan peta kendali *neutrosophic* metode interval. Penelitian oleh Khan, *et.al* [10] juga membahas terkait peta kendali *neutrosophic* untuk memonitoring variansi. Selain itu, untuk peta kendali yang digunakan dalam memonitoring rata-rata proses adalah peta kendali *Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average* (NEWMA)  $\bar{X}$ . Peta kendali NEWMA  $\bar{X}$  juga merupakan hasil modifikasi dari peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) sebagai alternatif dari peta kendali *Shehart* [11]. Peta kendali NEWMA  $\bar{X}$  terbukti keefektifannya dikarenakan peta kendali tersebut digunakan oleh salah satu perusahaan industri di Arab Saudi dalam memonitoring produksi dari *Engine Piston Rings*(ERP). Penelitian menggunakan *Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average* (NEWMA) juga pernah diaplikasikan untuk memonitoring kecelakaan lalu lintas di jalan raya [12]. Selain untuk data univariat, *neutrosophic* juga dapat diterapkan pada data multivariat [13]. Tidak hanya untuk peta kendali, penerapan bilangan *neutrosophic* juga dikembangkan dalam bidang industri untuk indeks kapabilitas proses [14].

Pada proses produksi kaca, perusahaan mengutamakan monitoring atau pengawasan terhadap variansi dan rata-rata ketebalan pada proses produksinya. Oleh karena itu, diharapkan ketebalan hasil produksi kaca jenis panasap *dark grey* 5mm memiliki rata-rata ketebalan yang dapat sesuai dengan target. Pada paper ini, dilakukan pengendalian kualitas dengan menggunakan peta kendali peta kendali *Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average* (NEWMA)  $\bar{X}$  untuk memonitoring rata-rata proses dari ketebalan kaca jenis panasap *dark grey* 5mm.

## 2. Metode

Pada bagian ini diberikan beberapa teori dasar yang digunakan pada penelitian ini. Perlu diketahui terlebih dahulu bahwa rata-rata sampel *neutrosophic* dan variansi *neutrosophic* secara berturut-turut adalah  $\mu_N = \sum_{i=1}^{n_N} \frac{X_N}{n_N}; \mu_N \in [\mu_N, \mu_N]$  dan  $\sigma_N^2 = \left[ \left\{ \sum_{i=1}^{n_N} (X_N - \mu_N)^2 / N_N - 1 \right\} / n_N \right]; \sigma_N^2 \in \{\sigma_L^2, \sigma_U^2\}$ . Sehingga didapatkan statistik NEWMA  $\bar{X}$  sebagai berikut [2],

$$EWMA_{N,i} = \lambda_N \bar{X}_{N,i} + (1 - \lambda_N) EWMA_{N,i-1}. \quad (1)$$

Nilai dari  $\lambda_N \in [\lambda_L, \lambda_U]; [0,0] \leq \lambda_N [1,1]$  adalah konstanta *smoothing neutrosophic* sebagai penentu hasil yang akan didapatkan berdasarkan nilai pengamatan sebelumnya.  $\bar{X}_{N,i}$  adalah rata-rata dari setiap subgrup pengamatan, sedangkan  $EWMA_{N,i-1}$  adalah inisialisasi *value*. Inisialisasi *value* ini bisa menggunakan rata-rata keseluruhan data pengamatan atau *target value* yang telah ditentukan oleh perusahaan. Selanjutnya adalah batas kendali *neutrosophic* untuk peta kendali NEWMA  $\bar{X}$  didapatkan melalui persamaan berikut,

$$LCL_N = \mu_N - k_N \frac{\sigma_N}{\sqrt{n_N}} \sqrt{\frac{\lambda_N}{2 - \lambda_N}}; LCL_N \in [LCL_L, LCL_U], \quad (2)$$

$$UCL_N = \mu_N + k_N \frac{\sigma_N}{\sqrt{n_N}} \sqrt{\frac{\lambda_N}{2 - \lambda_N}}; LCL_N \in [LCL_L, LCL_U], \quad (3)$$

dimana  $k_N \in [k_L, k_U]$  berperan dalam menentukan lebar batas kendali. Semakin besar nilai  $k_N$ , maka batas kendali yang terbentuk menjadi semakin lebar. Untuk nilai  $n_N \in [n_L, n_U]$  adalah jumlah pengamatan pada setiap subgrup penelitian [2].

## 3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum melakukan monitoring menggunakan peta kendali NEWMA  $\bar{X}$ , data pengamatan yang akan digunakan terlebih dahulu harus dipastikan mengikuti distribusi normal *neutrosophic*. Penerapan diistribusi normal *neutrosophic* menggunakan uji W/S [15]. Pada penelitian ini, 107 data yang digunakan telah memenuhi asumsi distribusi normal *neutrosophic*. Peta kendali kendali *Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average* (NEWMA)  $\bar{X}$  memerlukan pembobot dan konstanta dalam mendapatkan nilai statistik *neutrosophic* dan batas kendali *neutrosophic*. Pembobot  $\lambda_N$  yang akan digunakan adalah  $[0,10;0,10] \leq \lambda_N [0,90;0,90]$ . Nilai *lower* dan *upper* pada pembobot  $\lambda_N$  akan menggunakan nilai yang sama. Hal ini dimaksudkan agar batas

kendali yang dihasilkan tidak lebar sehingga kejadian *out of control* lebih banyak terdeteksi. Sedangkan untuk konstanta  $k_N$  akan menggunakan nilai yang didapatkan dari simulasi *Neutrosophic* Monte Carlo oleh Aslam pada tahun 2019 yang menggunakan  $ARL_{0N} \in [300, 300]$  [2]. Nilai-nilai tersebut adalah  $[2,565;2,675]$ ,  $[2,655;2,765]$ ,  $[2,77;2,815]$ ,  $[2,85;2,888]$ ,  $[2,85;2,865]$ ,  $[2,93;2,945]$ , dan  $[3,001;3,002]$ . Sedangkan untuk nilai dari  $EWMAN_{i-1}$  menggunakan  $EWMAN_{i-1} \in [5, 5]$  dikarenakan perusahaan menargetkan untuk memproduksi kaca dengan ketebalan 5mm.

Ilustrasi perhitungan nilai statistik  $EWMAN_i$  berdasarkan persamaan (1) sampai (3) ketika menggunakan pembobot  $\lambda_N \in [0, 10; 0, 10]$  dan nilai  $k_N \in [2, 565; 02, 675]$  adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned} EWMAN_{N,1} &= [0, 10; 0, 10] [4, 83; 4, 90] + (1 - [0, 10; 0, 10]) [5; 5] \\ &= [4, 9827; 4, 9903] \\ LCL_N &= [4, 82; 4, 86] - [2, 565; 2, 675] \frac{[0, 213; 0, 2143]}{\sqrt{[3; 3]}} \sqrt{\frac{[0, 10; 0, 10]}{2 - [0, 10; 0, 10]}} \\ &= [4, 7634; 4, 7840] \\ UCL_N &= [4, 82; 4, 86] + [2, 565; 2, 675] \frac{[0, 213; 0, 2143]}{\sqrt{[3; 3]}} \sqrt{\frac{[0, 10; 0, 10]}{2 - [0, 10; 0, 10]}} \\ &= [4, 8920; 4, 9350] \end{aligned}$$

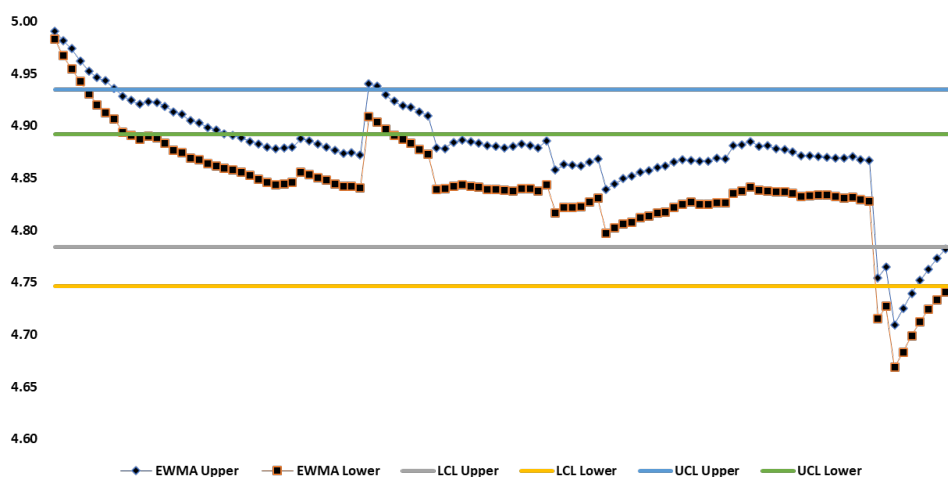
Kombinasi dari nilai pembobot dan konstanta tersebut mampu mendeteksi kejadian *out of control* sebanyak 21 pengamatan, sehingga dengan menggunakan pembobot  $\lambda_N \in [0, 10; 0, 10]$  dan nilai  $k_N \in [2, 565; 2, 675]$  rata-rata proses ketebalan kaca jenis panasap *dark grey* 5mm belum terkendali secara statistik. Cara perhitungan yang sama digunakan untuk kombinasi pembobot selanjutnya sampai  $\lambda_N \in [0, 90; 0, 90]$  dan nilai  $k_N \in [3, 001; 3, 002]$ . Melalui kombinasi-kombinasi pembobot  $\lambda_N$  dan  $k_N$ , didapatkan jumlah kejadian *out of control* yang dilampirkan pada Tabel 1.

Berdasarkan kombinasi-kombinasi pembobot yang telah dicoba, dipilih satu kombinasi yang mampu mendeteksi kejadian *out of control* terbanyak sebagai pembobot optimum. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai  $\lambda_N$  dan  $k_N$  maka semakin sedikit jumlah kejadian *out of control* yang terdeteksi. Hal ini disebabkan nilai statistik  $EWMAN_i$  yang semakin mendekati nilai pengamatan yang sebenarnya serta batas kendali *neutrosophic* yang semakin lebar sehingga pengamatan tergolong dalam pengamatan yang *in control*. Kombinasi antara  $\lambda_N \in [0, 10; 0, 10]$  dengan  $k_N \in [2, 565; 2, 675]$  menjadi pembobot yang optimum karena memiliki jumlah kejadian *out of control* terbanyak yaitu 21 pengamatan. 21 pengamatan tersebut adalah pengamatan ke-9, pengamatan ke-38 sampai pengamatan ke-40, dan pengamatan ke-98 sampai pengamatan ke-106. Selanjutnya dengan menggunakan pembobot tersebut akan dibentuk visualisasi peta kendali NEWMA  $\bar{X}$  pada Gambar 1.

Pada peta kendali NEWMA  $\bar{X}$ , untuk nilai *lower* terdapat 19 pengamatan yang berada diluar batas kendali, sedangkan untuk nilai *upper* terdapat 21 pengamatan yang berada diluar batas kendali. Akan tetapi dalam menentukan jumlah kejadian *out of control* didasarkan pada titik yang keluar baik pada batas kendali  $LCL_N$  maupun  $UCL_N$ , sehingga secara keseluruhan terdeteksi adanya 21 pengamatan yang berada diluar batas

**Tabel 1.** Jumlah kejadian OOC berdasarkan nilai  $\lambda_N$  dan  $k_N$  untuk peta kendali NEWMA  $\bar{X}$

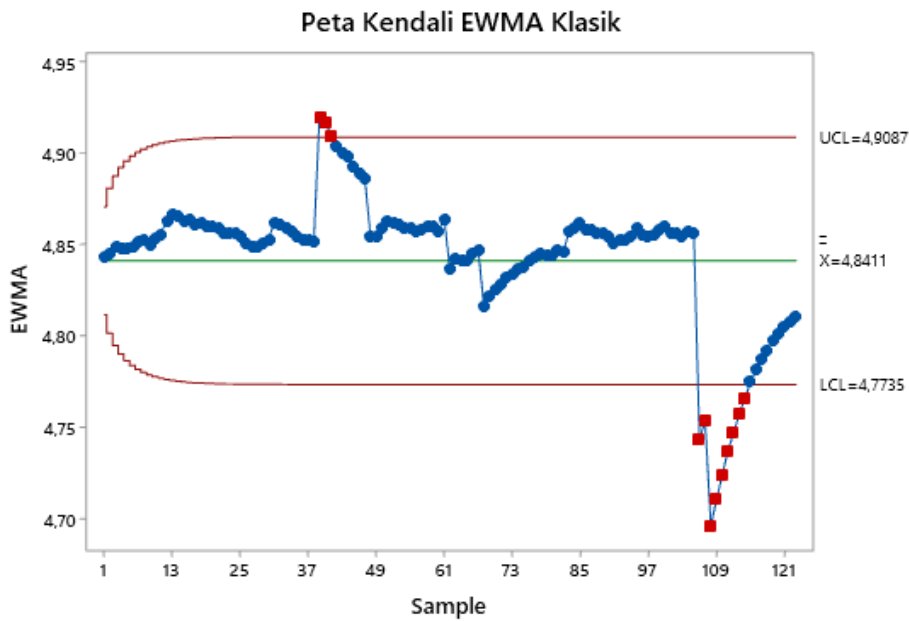
$k_N$	$\lambda_N$	Jumlah OOC	$\lambda_N$	Jumlah OOC	$\lambda_N$	Jumlah OOC
[2, 565; 2, 675]		21		6		3
[2, 655; 2, 765]		20		6		3
[2, 77; 2, 815]		18		6		3
[2, 85; 2, 888]	[0, 10; 0, 10]	18	[0, 40; 0, 40]	6	[0, 70; 0, 70]	3
[2, 852.865]		18		6		3
[2, 93; 2, 945]		18		6		3
[3, 001; 3, 002]		17		6		3
[2, 565; 2, 675]		11		6		3
[2, 655; 2, 765]		10		6		3
[2, 77; 2, 815]		10		6		3
[2, 85; 2, 888]	[0, 20; 0, 20]	10	[0, 50; 0, 50]	5	[0, 80; 0, 80]	3
[2, 852.865]		10		5		3
[2, 93; 2, 945]		9		5		3
[3, 001; 3, 002]		9		5		3
[2, 565; 2, 675]		7		4		3
[2, 655; 2, 765]		7		4		3
[2, 77; 2, 815]		7		4		3
[2, 655; 2, 765]		7		4		3
[2, 77; 2, 815]	[0, 30; 0, 30]	7	[0, 60; 0, 60]	4	[0, 90; 0, 90]	3
[2, 85; 2, 888]		7		4		3
[2, 852.865]		7		4		3
[2, 93; 2, 945]		7		4		3
[3, 001; 3, 002]		7		4		3



**Gambar 1.** Peta Kendali NEWMA  $\bar{X}$  dengan  $\lambda_N \in [0, 1; 0, 1]$  dan  $k_N \in [2, 565; 2, 675]$

kendali atau *out of control*. Selain itu, dibandingkan pula dengan visualisasi peta kendali EWMA klasik yang menggunakan pembobot dengan nilai yang sama yaitu  $\lambda = 0, 10$  sehingga didapatkan hasil seperti pada Gambar 2.

Perlu diketahui bahwa peta kendali EWMA klasik tidak memerlukan asumsi distribusi normal karena sifatnya yang *robust*. Sehingga dalam pembuatan peta kendali EWMA klasik tidak didahului dengan pengujian distribusi normal. Penggunaan peta kendali



**Gambar 2.** Peta Kendali EWMA Klasik dengan  $\lambda = 0,10$

EWMA klasik dengan pembobot yang sama mampu mengidentifikasi adanya 17 pengamatan yang *out of control*. 17 pengamatan tersebut adalah pengamatan ke-38 sampai ke-44 dan pengamatan ke-98 sampai ke-107. Berdasarkan dua peta kendali tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa peta kendali *neutrosophic* lebih peka dalam mendeteksi kejadian *out of control* karena penentuan keadaan *in control* yang ditinjau dari dua sisi, yaitu titik *lower* dan titik *upper*, baik untuk batas kendali bawah maupun batas kendali atas.

#### 4. Kesimpulan

Pada penelitian ini disertakan hasil dari jumlah kejadian *out of control* untuk peta kendali NEWMA  $\bar{X}$  dengan menggunakan beberapa kombinasi pembobot dan nilai konstanta yang didapat dari simulasi *Neutrosophic Monte Carlo*. Didapatkan  $\lambda_N \in [0,1;0,1]$  dan  $k_N \in [2,565;2,675]$  sebagai pembobot optimum dengan jumlah kejadian *out of control* sebanyak 21 pengamatan. Peta kendali NEWMA  $\bar{X}$  dibandingkan dengan peta kendali EWMA klasik dengan menggunakan pembobot yang sama. Peta kendali EWMA klasik mampu mendeteksi adanya 17 pengamatan yang *out of control*. Melalui perbandingan tersebut dapat diketahui bahwa peta kendali NEWMA  $\bar{X}$  lebih efektif untuk digunakan pada data dengan nilai yang tidak pasti atau samar. Akan tetapi peta kendali NEWMA  $\bar{X}$  belum terbukti bersifat *robust* seperti peta kendali EWMA klasik sehingga memerlukan uji asumsi distribusi normal *neutrosophic*. Melalui penelitian selanjutnya, diharapkan peta kendali NEWMA  $\bar{X}$  dapat digunakan pada data yang tidak pasti dan tidak mengikuti distribusi normal *neutrosophic*.

#### Referensi

- [1] A. Mitra, *Fundamentals of Quality Control and Improvement*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc., 2016.
- [2] M. Aslam, A. H. AL-Marshadi, and N. Khan, "A New X-Bar Control Chart for Using

- Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average," *Mathematics*, vol. 7, no. 10, p. 957, oct 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.3390/math7100957>.
- [3] D. Montgomery, *Introduction to Statistical Quality*, 8th ed. New York: John Wiley and Sons, Inc., 2020.
- [4] F. Smarandache, *Introduction to Neutrosophic Statistics*. USA: American Research Press, 2014.
- [5] M. Aslam, "Design of X-Bar Control Chart for Resampling Under Uncertainty Environment," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 60 661–60 671, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2915007>.
- [6] M. Aslam, N. Khan, and M. Albassam, "Control Chart for Failure-Censored Reliability Tests under Uncertainty Environment," *Symmetry*, vol. 10, no. 12, p. 690, dec 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.3390/sym10120690>.
- [7] Aslam, Bantan, and Khan, "Design of SN2-NEWMA Control Chart for Monitoring Process having Indeterminate Production Data," *Processes*, vol. 7, no. 10, p. 742, oct 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.3390/pr7100742>.
- [8] P. Castagliola, "A NewS2-EWMA Control Chart for Monitoring the Process Variance," *Quality and Reliability Engineering International*, vol. 21, no. 8, pp. 781–794, dec 2005, doi: <http://dx.doi.org/10.1002/qre.686>.
- [9] M. Aslam, N. Khan, and M. Khan, "Monitoring the Variability in the Process Using Neutrosophic Statistical Interval Method," *Symmetry*, vol. 10, no. 11, p. 562, nov 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.3390/sym10110562>.
- [10] Z. Khan, M. Gulistan, W. Chammam, S. Kadry, and Y. Nam, "A New Dispersion Control Chart for Handling the Neutrosophic Data," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 96 006–96 015, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2995998>.
- [11] N. A. Saleh, M. A. Mahmoud, L. A. Jones-Farmer, I. Zwetsloot, and W. H. Woodall, "Another Look at the EWMA Control Chart with Estimated Parameters," *Journal of Quality Technology*, vol. 47, no. 4, pp. 363–382, oct 2015, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/00224065.2015.11918140>.
- [12] M. Aslam, "Monitoring the road traffic crashes using NEWMA chart and repetitive sampling," *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, vol. 28, no. 1, pp. 39–45, jan 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/17457300.2020.1835990>.
- [13] M. Aslam and O. H. Arif, "Multivariate Analysis under Indeterminacy: An Application to Chemical Content Data," *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, vol. 2020, pp. 1–6, jul 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2020/1406028>.
- [14] Aslam and Albassam, "Inspection Plan Based on the Process Capability Index Using the Neutrosophic Statistical Method," *Mathematics*, vol. 7, no. 7, p. 631, jul 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.3390/math7070631>.
- [15] M. Albassam, N. Khan, and M. Aslam, "The W/S Test for Data Having Neutrosophic Numbers: An Application to USA Village Population," *Complexity*, vol. 2020, pp. 1–8, may 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2020/3690879>.



This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Editorial of JJoM: Department of Mathematics, Universitas Negeri Gorontalo, Jln. Prof. Dr. Ing. B.J. Habibie, Moutong, Tilongkabila, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo 96119, Indonesia.