

Semeton Mathematics Journal

Homepage jurnal: <http://eigen.unram.ac.id/semeton>**Pengendalian Kualitas Produk Spon Kasur Menggunakan
Exponentially Weighted Moving Average (Ewma) pada UD.
Celcius Gegutu Timur****(*Quality Control Mattress Sponge Products Using Exponentially
Weighted Moving Average (Ewma) on UD. East Celcius Gegutu*)****Fransiska Prisilia Lingking¹, Lisa Harsyiah^{2*}, Emmy Dyah Sulistyowati³, Adis Tia
Juli Agil Asri²**

1. Program Studi Matematika, Universitas Mataram, Indonesia.
2. Program Studi Statistika, Universitas Mataram, Indonesia.
3. Program Studi Teknik Mesin, Universitas Mataram, Indonesia.

ABSTRACT

Problems that arise at UD. Celsius, one of the manufacturers of sponge mattress products in the East Gegutu area, said that differences in product weight will cause a decrease in product quality. Consequently, here, quality is of primary concern. The advantage of the Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) control chart can detect small average changes so this study aims to examine the quality control of mattress sponge products using this chart. The information used relates to the mass of a mattress sponge product measuring $160 \times 120 \times 25$ cm, with four variables, namely X_1, X_2, X_3 and X_4 . Quality control in this research uses a weighting factor value of $\lambda = 0.4$. Based on the research results, the assumption that is not fulfilled is the assumption of data randomness, so that the EWMA control chart pattern formed shows that the data is not statistically controlled. However, there is no data that is out of control, so the Average Run Length (ARL) value of 27,204 indicates that there will be data that is first out of control, namely the 27th or 28th data. And the results of the capability analysis of the process show that the production process is not capable because the values of $C_p = 0.3432$ and $C_{pk} = 0.3373$ where the values of $C_p, C_{pk} < 1$, this is due to the influencing factors, namely man, machine, material and method factors.

Keywords: ARL, Capability, EWMA, Mattress Sponge, Quality.**ABSTRAK**

Masalah yang muncul di UD. Celsius, salah satu produsen produk kasur spons di daerah Gegutu Timur, perbedaan berat produk akan menyebabkan penurunan kualitas produk. Akibatnya, di sini, kualitas menjadi perhatian utama. Kelebihan bagan kendali *Exponentially Weighted Moving Average (EWMA)* dapat mendeteksi perubahan rata-rata kecil sehingga penelitian ini bertujuan untuk memeriksa kendali mutu produk spons kasur menggunakan bagan ini. Informasi yang digunakan berkaitan dengan massa produk spons kasur berukuran $160 \times 120 \times 25$ cm, dengan empat variabel yaitu X_1, X_2, X_3 dan X_4 dimana

* Corresponding author
e-mail: lisa_harsyiah@unram.ac.id



merupakan data waktu produksi pertama hingga waktu produksi keempat. Pengendalian kualitas pada penelitian ini menggunakan nilai faktor pembobot $\lambda = 0.4$. Berdasarkan hasil penelitian, asumsi yang tidak terpenuhi yaitu asumsi keacakan data, sehingga pola bagan kendali *EWMA* yang terbentuk menunjukkan bahwa data tidak terkendali secara statistik. Akan tetapi, tidak terdapat data yang *out of control*, sehingga nilai *Average Run Length (ARL)* sebesar 27.204 mengatakan bahwa akan ada data yang pertama kali *out of control* yaitu data ke-27 atau ke-28. Serta hasil analisis kapabilitas dari proses tersebut menunjukkan bahwa proses produksi tidak *capable* karena nilai $C_p = 0.3432$ dan $C_{pk} = 0.3373$ dimana nilai $C_p, C_{pk} < 1$, hal ini diakibatkan adanya faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu faktor *man, machine, material* dan *method*.

Kata Kunci: *ARL, EWMA, Kapabilitas, Kualitas, Spon Kasur*

Diterima: 09-02-2025;

doi: <https://doi.org/10.29303/semeton.v2i1.273>

Disetujui: 24-04-2025;

1. Pendahuluan

Bagan kendali merupakan bagian dari sistem pengendalian kualitas dan salah satu cara statistika yang dapat mengurangi gangguan yang terjadi pada proses produksi. Bagan kendali variabel dan bagan kendali atribut adalah dua kategori utama bagan kendali [1]. Mengenai bagan kendali variabel, bagan ini menawarkan berbagai pilihan seperti bagan kendali $\bar{X} - R$, $\bar{X} - S$, S^2 , dan bagan kendali unit individual. Di sisi lain, bagan kendali atribut mencakup bagan kendali p , c , dan u . Ada kekurangan pada popularitas bagan kendali variabel saat ini, khususnya bagan kendali $\bar{X} - R$, bagan ini tidak begitu baik dalam menemukan perubahan kecil dalam proses produksi rata-rata [1]. Sehingga digunakan bagan kendali variabel yang dapat mendeteksi bahkan perubahan paling kecil dalam proses rata-rata, seperti bagan *Exponentially Weighted Moving Average (EWMA)* dimana bagan kendali ini didasarkan pada pengukuran individual atau subkelompok [2]. Bagan kendali *EWMA* memberikan bobot penghalus (λ) dengan rentang nilai $0 < \lambda < 1$ dimana pemberian bobot ini akan memperbaiki batas kendali dan mengubah pola plot sehingga dapat dideteksi apakah proses terkendali secara statistik atau tidak [3]. Apabila data yang dideteksi sudah terkendali atau sesuai dengan standarisasi produksi yang diinginkan, maka perlu dilakukan tindakan lanjut, yaitu menganalisis kapabilitas proses [4].

Kapabilitas proses merupakan suatu metode statistik yang menjadi alat ukur hubungan kinerja suatu proses aktual dengan batas spesifikasi yang diharapkan. Kapabilitas proses dilakukan untuk membantu meningkatkan kualitas produk dan proses produksi, selain itu juga untuk melihat kemampuan suatu proses [5]. Suatu proses yang memiliki data mengikuti asumsi distribusi normal, dianggap mampu jika ukuran aktualnya kurang dari distribusi yang diizinkan oleh perusahaan ($C_p > 1$) [4]. Penentuan nilai kapabilitas suatu proses, digunakan dua indikator. Indikator pertama adalah rasio kapabilitas proses, yang juga dikenal sebagai indeks kapabilitas proses potensial (C_p), yang mengukur kapabilitas proses dalam kondisi tertentu dengan menganalisis variasinya terlepas dari lokasinya. Kedua adalah indeks kapabilitas proses aktual (C_{pk}), yang mengukur kapabilitas proses dengan mempertimbangkan presisi dan akurasi [6].

Indeks kapabilitas proses merupakan alat statistik yang digunakan untuk memeriksa spesifikasi produk yang berkaitan dengan terjadinya cacat pada suatu produk [7]. Standar deviasi yang tinggi dan nilai indeks C_p dan C_{pk} yang rendah menunjukkan bahwa proses produksi tidak

stabil, yang pada gilirannya menunjukkan bahwa proses tersebut kurang mampu memenuhi standar produk yang ditentukan atau ditetapkan [8].

Berdasarkan hasil pra penelitian yang dilakukan pada bulan Mei 2022, terdapat perusahaan yang bergerak dibidang industri yaitu UD. Celcius yang berlokasi di Jalan Jendral Sudirman Lingkungan Gegutu Timur, Mataram. UD. Celcius merupakan salah satu kantor usaha produksi dan perdagangan spon kasur yang memproduksi beberapa jenis ataupun *merk* spon kasur dan berbagai ukuran spon kasur. Saat ini, perusahaan yang berdiri pada awal Maret 2020 ini atau awal masa *pandemic*, beberapa kali mengalami proses produksi yang tidak sesuai dengan prosedur sehingga terjadinya produk yang rusak dan terjadinya ketidakpuasan dari konsumen mengenai produk spon kasur yang diproduksi tersebut. Selain itu, pada pra penelitian tersebut diperoleh juga bahwa produk yang paling banyak diproduksi dan diminati konsumen adalah spon kasur *merk celcius* yang berukuran $160 \times 200 \times 25 \text{ cm}$. Oleh karena itu, tujuan utama studi ini adalah untuk menyediakan perusahaan dengan informasi yang dibutuhkannya untuk membangun sistem kendali mutu bagi produk spons kasurnya, sehingga mereka dapat mengatur produksi barang-barang yang tidak memenuhi standar produksi dan keinginan pelanggan dengan lebih baik.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bagan kendali *EWMA*. Adapun data yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 50 data untuk setiap variabelnya. Terdapat empat variabel yang digunakan, yaitu:

- X_1 : data berat produk pada pengambilan waktu produksi pertama
- X_2 : data berat produk pada pengambilan waktu produksi kedua
- X_3 : data berat produk pada pengambilan waktu produksi ketiga
- X_4 : data berat produk pada pengambilan waktu produksi keempat

Berikut merupakan langkah-langkah dalam penelitian ini yaitu [9]:

- a. Uji Run Test. Adapun dalam uji *Run Test*, berlaku hipotesis sebagai berikut:

H_0 : data *random* (acak)

H_a : data tidak *random* (acak)

Dengan statisti uji menggunakan persamaan:

$$Z_{hitung} = \frac{R - \mu(R)}{\sigma(R)} \quad (1)$$

Serta kriteria pengambilan Keputusan adalah:

Jika nilai absolut dari Z_{hitung} ($|Z_{hitung}|$) > nilai absolut Z_{table} ($|Z_{table}|$), maka H_0 ditolak atau H_a diterima.

- b. Uji Normalitas Data

Dalam uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov*, berlaku hipotesis sebagai berikut [10]:

H_0 : data berasal dari populasi distribusi normal

H_a : data berasal dari populasi tidak berdistribusi normal

Dengan statisti uji menggunakan persamaan:

$$D = \max |F_0(X_i) - F(X_i)| \quad (2)$$

Hipotesis tersebut selanjutnya akan diuji dengan statistik penguji dengan kriteria pengambilan keputusan sebagai berikut:

Jika $D_{max} \leq D_{tabel}$, maka H_0 diterima dan H_a ditolak.

Jika $D_{max} > D_{tabel}$, maka H_0 ditolak dan H_a diterima.

- c. Membuat bagan kendali $\bar{X} - R$

Paramater bagan kendali $\bar{X} - R$ terdiri dari Batas Kendali Atas (BKA), Garis Tengah (GT), dan Batas Kendali Bawah (BKB). Rumus yang terdapat pada bagan kendali $\bar{X}$ disajikan pada persamaan dibawah ini:

$$BKA = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad (3)$$

$$GT = \bar{\bar{X}} \quad (4)$$

$$BKB = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad (5)$$

Pada bagan kendali R terdapat rumus Batas Kendali Atas (BKA), Garis Tengah (GT) dan Batas Kendali Bawah (BKB), yang disajikan pada persamaan dibawah ini:

$$BKA = \bar{R} D_4 \quad (6)$$

$$GT = \bar{R} \quad (7)$$

$$BKB = \bar{R} D_3 \quad (8)$$

- d. Membuat bagan kendali $EWMA$, untuk melihat ada tidaknya data yang *out of-control*
Secara umum bagan kendali $EWMA$ didefinisikan dalam persamaan berikut [9]:

$$Y_i = \lambda \bar{X}_i + (1 - \lambda) Y_{i-1} \quad (9)$$

dimana:

$$\lambda = \frac{2}{n+1}$$

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{j=1}^m X_{ij}}{m}$$

$$Y_0 = \bar{\bar{X}} = \mu_0$$

keterangan:

Y_0 : rata-rata awal data pengamatan ke- i

Y_i : nilai $EWMA$ data pengamatan ke- i

i : banyaknya pengamatan yang dilakukan, dimana $i = 1, 2, \dots, m$

j : banyaknya subgrup yang digunakan, dimana $j = 1, 2, \dots, n$

X_{ij} : nilai data pengamatan ke- i ($i = 1, 2, \dots, m$) untuk subgrup j ($j = 1, 2, \dots, n$)

n : jumlah subgrup

m : ukuran pengamatan

$\bar{X}_i$: nilai rata - rata data pengamatan ke- i dengan m ukuran pengamatan dalam subgrup

λ : nilai faktor pembobot, dimana $0 < \lambda \leq 1$

Bagan kendali *EWMA* memiliki tiga batasan yaitu Batas Kendali Atas (BKA), Garis Tengah (GT) dan Batas Kendali Bawah (BKB), untuk nilai $i \leq n$, maka menggunakan persamaan yang disajikan dibawah ini [11]:

$$BKA = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)} [1 - (1-\lambda)^{2i}]} \quad (10)$$

$$GT = \mu_0 \quad (11)$$

$$BKB = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)} [1 - (1-\lambda)^{2i}]} \quad (12)$$

Sedangkan, untuk nilai $i > n$, persamaan yang digunakan yaitu sebagai berikut [11]:

$$BKA = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}} \quad (13)$$

$$BKB = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}} \quad (14)$$

dimana:

$$\sigma = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2 - (\sum_{i=1}^m x_{ij})^2}{m-1}$$

e. Menghitung nilai ARL

Alat untuk mengidentifikasi efektivitas bagan kendali yaitu nilai *ARL* (*Average Run Length* [12]. Pada bagan kendali *EWMA* menggunakan dua parameter yaitu L dan λ dimana desain bagannya merupakan kelipatan sigma yang digunakan pada batas kendali. Pemilihan parameter bertujuan untuk memberikan nilai *ARL* yang optimal dari bagan kendali *EWMA* untuk mendeteksi pergeseran kecil. Menurut Koshti et al. (2011), terdapat beberapa teori tentang perhitungan *ARL* dan salah satunya terdapat pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Lucas dan Saccuci (1990) yang melakukan simulasi nilai *ARL* dengan menggunakan beberapa nilai parameter L dan λ untuk menghitung nilai *ARL* yang optimal dalam mengontrol pergeseran dalam proses [13]. Berikut adalah beberapa nilai parameter yang digunakan untuk mendapatkan *ARL* yang optimal.

Tabel 1. Kinerja ARL Bagan Kendali EWMA

Shift in mean (multiple of σ)	$L= 3.054$ $\lambda = 0.40$	$L= 2.998$ $\lambda = 0.25$	$L= 2.962$ $\lambda = 0.20$	$L= 2.814$ $\lambda = 0.10$	$L= 2.615$ $\lambda = 0.05$
0.00	500	500	500	500	500
0.25	224	170	150	106	84.1
0.50	71.2	48.2	41.8	31.3	28.8
0.75	28.4	20.1	18.2	15.9	16.4
1.00	14.3	11.1	10.5	10.3	11.4
1.50	5.9	5.5	5.5	6.1	7.1
2.00	3.5	3.6	3.7	4.4	5.2
2.50	2.5	2.7	2.9	3.4	4.2
3.00	2.0	2.3	2.4	2.9	3.5
4.00	1.4	1.7	1.9	2.2	2.7

Besar pergeseran rata-rata proses dalam unit standar deviasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\delta = \frac{\Delta\mu}{\sigma} \quad (15)$$

dengan:

$$\Delta\mu = \mu_1 - \mu_0 \quad (16)$$

keterangan:

- μ_1 : nilai rata-rata data berat produk
- μ_0 : nilai rata-rata target perusahaan
- δ : nilai pergeseran
- $\sigma \neq 0$

Apabila menggunakan persamaan di atas nilai *ARL* tidak diperoleh, maka dapat menggunakan persamaan berikut:

$$A = A_0 + \left(\frac{A_1 - A_0}{B_1 - B_0} \right) \times (B - B_0) \quad (17)$$

keterangan:

- A : nilai *ARL* yang dicari
- A_0 : nilai *ARL* awal yang diketahui
- A_1 : nilai *ARL* akhir yang diketahui
- B : nilai pergeseran yang dicari
- B_0 : nilai pergeseran awal yang diketahui
- B_1 : nilai pergeseran akhir yang diketahui

f. Analisis Kapabilitas Proses

Berdasarkan [11] dalam mengukur kapabilitas proses secara *visual* dapat menggunakan *histogram* dan secara perhitungan dengan indeks kemampuan proses. Dengan rumus sebagai berikut:

1. Rasio Kemampuan Proses (*Cp*)

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (18)$$

keterangan:

- Cp : *Cappability Process* (Rasio Kemampuan Proses)
- USL : *Upper Specification Limit* (Batas Spesifikasi Atas)
- LSL : *Lower Specification Limit* (Batas Spesifikasi Bawah)

2. Indeks Kapabilitas Proses (*Cpk*)

$$Cpk = \min \left(\frac{USL - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - LSL}{3\sigma} \right) \quad (19)$$

keterangan:

- Cpk : *Process Capability Index* (Indeks Kapabilitas Proses)
- USL : *Upper Specification Limit* (batas spesifikasi atas)
- LSL : *Lower Specification Limit* (batas spesifikasi bawah)

g. Menarik Kesimpulan

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji Run Test

Asumsi standar pada uji run test yang harus dipenuhi yaitu data membentuk pola acak dan berdistribusi normal dengan hipotesis:

H_0 : data *random* (acak)

H_a : data tidak *random* (acak)

Berdasarkan hasil perhitungan terhadap data produk spon kasur diperoleh nilai $|Z_{hitung}| = 2.216$ serta nilai $Z_{table} = 1.96$ sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak

3.2 Uji Normalitas Data

Data dari produk spons kasur diuji kenormalannya untuk melihat apakah data tersebut mengikuti distribusi normal dengan hipotesis:

H_0 : data produk spon kasur distribusi normal

H_a : data produk spon kasur tidak distribusi normal

Untuk nilai menentukan nilai D_{tabel} dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan 4 hingga persamaan 7. Pada dasarnya, rata-rata data seluruh produk spon kasur yaitu sebesar 12,9809 dengan nilai standar deviasi yaitu 0,651. Seluruh data diurutkan dari yang terkecil sampai terbesar, sehingga dapat dengan mudah melihat nilai frekuensi kumulatif dari setiap datanya. Langkah awal yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

- Menentukan nilai probabilitas dari $X_{1=1}$,₈ hingga X_{200} , dengan perhitungan sebagai berikut:

$$F(X_1) = \frac{1}{200} = 0.005$$

$$F(X_2) = \frac{3}{200} = 0.015$$

⋮

$$F(X_{200}) = \frac{200}{200} = 1$$

- Menentukan nilai Z , dengan menggunakan persamaan 5.

$$Z_{x=1} = \frac{11.8 - 12.9809}{0.651} = -1.8137$$

$$Z_{x=2} = \frac{11.9 - 12.9809}{0.651} = -1.6601$$

⋮

$$Z_{x=200} = \frac{14 - 12.9809}{0.651} = 1.5652$$

- Menghitung nilai frekuensi relatif kumulatif berdasarkan tabel distribusi normal kumulatif. Setelah diperoleh nilai-nilai normal terstandarisasi, maka akan dihitung frekuensi kumulatif dari nilai tersebut.

- Frekuensi kumulatif dari $Z = -1.837$ berdasarkan tabel distribusi normal kumulatif adalah 0.0348.
- Frekuensi kumulatif dari $Z = -1.6601$ berdasarkan tabel distribusi normal kumulatif adalah 0.0484.

- $\vdots$
 • Frekuensi kumulatif dari $Z = 1.5652$ berdasarkan tabel distribusi normal kumulatif adalah 0.9412.
 d. Menghitung nilai mutlak dari selisih antara $F(X_i)$ dengan $F_0(X_i)$ dan mengambil nilai simpangan terbesar, dengan menggunakan persamaan 7.

$$\begin{aligned}
 D &= \max |F_0(X_1) - F(X_1)| \\
 &= \max |0.348 - 0.005| \\
 &= \max |0.0298| = 0.0298 \\
 &\vdots \\
 D &= \max |F_0(X_1) - F(X_1)| \\
 &= \max |0.1009 - 0.185| \\
 &= \max |0.0841| = 0.0841
 \end{aligned}$$

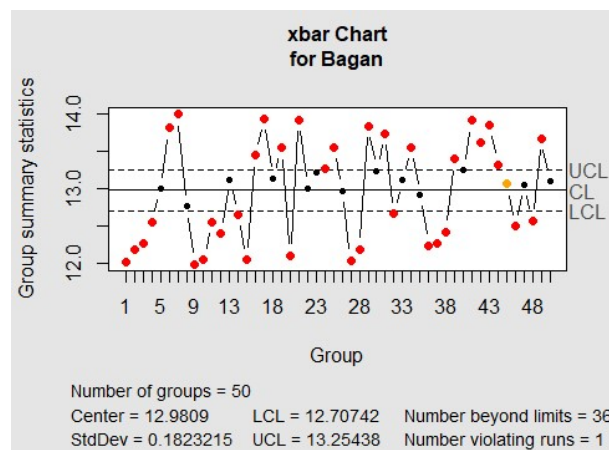
perhitungan dilakukan hingga seterusnya.

- e. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh nilai D terbesar adalah 0.0841, sehingga nilai statistic dari uji Kolmogorov-Smirnoc adalah 0.0841. Nilai tersebut jika dibandingkan dengan nilai kritis Kolmogorov-Smirnov yaitu 0.096, dapat dikatakan bahwa $D_{max} \leq D_{tabel}$ dengan nilai $0.084057593 \leq 0.096$, sehingga kesimpulannya bahwa H_0 diterima, yang artinya data berat produk spon kasur berdistribusi normal.

3.3 Bagan Kendali $\bar{X} - R$

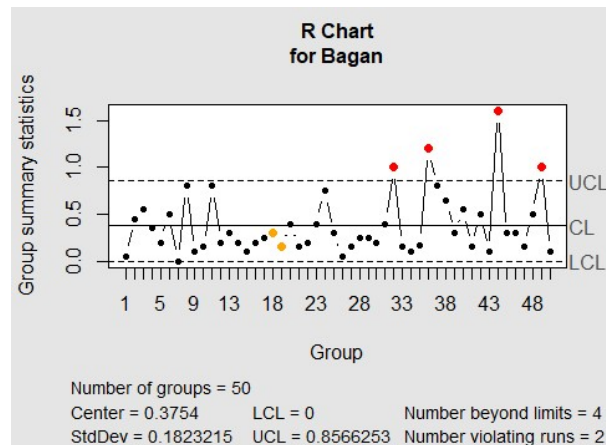
Bagan kendali $\bar{X} - R$ digunakan untuk mengetahui dan memantau rata-rata produk yang dihasilkan dan tingkat keakurasian suatu proses yang diukur apakah sesuai dengan standar spesifikasi perusahaan atau tidak. Bagan kendali $\bar{X} - R$ data berat produk spon kasur dapat divisualisasikan dengan *software R*, seperti gambar dibawah ini



Gambar 1 Bagan Kendali $\bar{X}$

Berdasarkan **Gambar 1**, data yang digunakan adalah nilai rata-rata dari setiap subgrup data, yakni sebanyak empat subgrup data. Pada bagan kendali tersebut adanya nilai garis tengah sebesar 12.9809, dan nilai batas kendali atas sebesar 13.25446 dan nilai batas kendali bawah sebesar 12.70742. Pada bagan kendali tersebut rata-rata data yang disimbolkan dengan warna hitam yaitu data yang tidak *out of control*. Sedangkan, titik bagan kendali yang berwarna merah

berarti data berada pada luar batas kendali antara lain titik pada data ke-1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 46, 48 dan 49. Sedangkan untuk data dengan titik yang berwarna kuning tepatnya pada data ke-45 yang merupakan suatu alarm dari titik giliran.



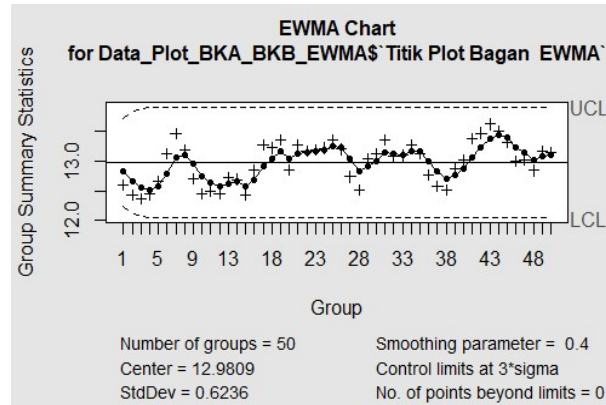
Gambar 2 Bagan Kendali R

Berdasarkan **Gambar 2**, data yang digunakan adalah adalah nilai *range* dari setiap subgrup data, yakni sebanyak empat subgrup data. Pada bagan kendali tersebut adanya nilai rata-rata *range* sebesar 0.3754, nilai batas kendali atas sebesar 0.8566253 dan nilai batas kendali bawah sebesar 0. Pada bagan kendali tersebut rata-rata data yang disimbolkan dengan warna hitam yaitu data yang tidak *out of control*. Sedangkan, titik bagan kendali yang berwarna merah berarti data berada pada luar batas kendali antara lain titik pada data ke-32, 36, 44 dan 49. Sedangkan untuk data dengan titik yang berwarna kuning tepatnya pada data ke-18 dan 19 yang merupakan suatu alarm dari titik giliran.

Berdasarkan kedua gambar tersebut, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan bagan kendali $\bar{X} - R$, proses produksi spon kasur tersebut tidak terkendali secara statistik.

3.4 Bagan Kendali EWMA

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada bagan kendali $\bar{X} - R$, Proses pembuatan spons kasur diduga tidak tunduk pada kontrol statistik. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa hampir tidak ada perubahan dalam data berat rata-rata produk spons kasur di antara setiap waktu pembuatan. Oleh karena itu, diperlukan bagan kontrol yang dapat mengidentifikasi pergeseran proses yang lebih kecil daripada bagan kontrol $\bar{X} - R$, dan di sinilah bagan kontrol EWMA berperan. Seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah, bagan kontrol EWMA dapat divisualisasikan menggunakan perangkat lunak R.



Gambar 3 Bagan Kendali EWMA

Berdasarkan **Gambar 3**, pada hasil bagan kendali *EWMA* tersebut terdapat simbol +, simbol tersebut merupakan simbol dari nilai rata-rata masing-masing sampel pengamatan, dimana nilai tersebut yang digunakan untuk mendapatkan nilai dari titik-titik plot *EWMA*. Pada bagan kendali tersebut terlihat bahwa tidak terdapat data yang *out of control* dari batas kendali atas maupun batas kendali bawah.

Berdasarkan asumsi keacakan data tidak terpenuhi dan asumsi normalitas terpenuhi. Asumsi keacakan data yang tidak terpenuhi terlihat jelas pada pola data produk spon kasur dengan bagan kendali *EWMA* yang diberikan tanda lingkaran merah. Pola seperti ini yang mengakibatkan bahwa dapat dikatakan asumsi keacakan data tidak terpenuhi. Hal ini terjadi karena penggunaan data membuat bagan kendali *EWMA* bukan merupakan nilai residual dari data tersebut melainkan nilai dari data asli produk spon kasur. Meskipun demikian, proses pengendalian dengan bagan kendali *EWMA* tetap dapat dilanjutkan, karena asumsi normalitas terpenuhi, jika tidak terpenuhi perlu dilakukan transformasi data.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa proses produksi tidak dikontrol secara statistik, dan mengabaikan asumsi keacakan data akan menyebabkan *false alarm* yang substansial, menurut teori pola bagan kendali.

3.5 Average Run Length (ARL)

Berdasarkan pola bagan kendali, sangat jelas bahwa dengan bagan kendali *EWMA* proses tersebut tidak terkendali secara statistik. Karena tidak ada data yang mengalami *out of control* atas atau bawah, perhitungan ARL tetap dilakukan untuk membantu mendeteksi kinerja bagan kendali *EWMA*. Untuk menentukan nilai pergeseran (δ), perlu diketahui nilai rata-rata ($\mu_1 = 12,9809$) dan nilai $\mu_0 = 12,50$ dengan simpangan baku (σ) = 0,6236. Informasi ini diperlukan sebelum menghitung nilai ARL untuk bagan kendali *EWMA*:

$$\begin{aligned}\delta &= \frac{\Delta\mu}{\sigma} \\ &= \frac{\mu_1 - \mu_0}{\sigma} \\ \delta &= \frac{12.9809 - 12.50}{0.6236} \\ &= \frac{0.4809}{0.6236} \\ &= 0.771167415 \approx 0.7712\end{aligned}$$

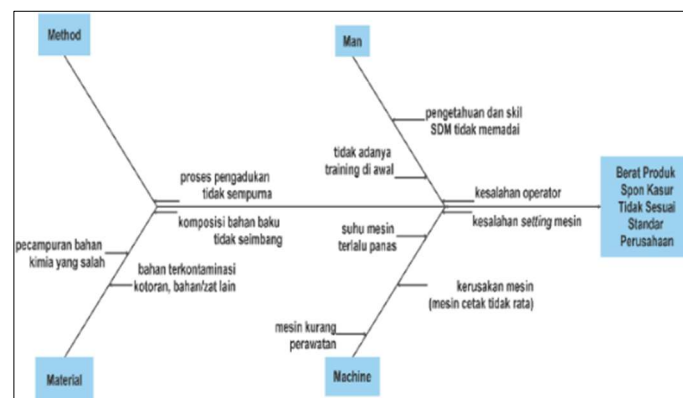
Berdasarkan perhitungan di atas diperoleh nilai pergeseran (δ) sebesar 0.7712 dan dapat dilihat pada tabel 3.2, bahwa nilai pergeseran tersebut tidak ada, maka dari itu akan digunakan nilai pendekatannya, yaitu dengan menggunakan interpolasi untuk menentukan nilai *ARL* dari bagan kendali *EWMA* tersebut. Berdasarkan tabel 3.2, untuk nilai $L = 3.054$ dan $\lambda = 0.4$ dapat diketahui bahwa nilai pergeseran (δ) = $B = 0.771167$ berada diantara 0.75 dan 1.0, dengan $B_0 = 0.75$ dan $B_1 = 1.0$. Apabila mengacu pada tabel 3.2, maka nilai *ARL* untuk $B_0 = 0.75$ sebesar $A_0 = 28.4$ dan nilai *ARL* untuk $B_1 = 1.0$ sebesar $A_1 = 14.3$. Dengan menggunakan persamaan 3.32, maka nilai *ARL* untuk $B = 0.7712$, dihitung sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 A &= A_0 + \left(\frac{A_1 - A_0}{B_1 - B_0} \right) \times (B - B_0) \\
 A &= 28.4 + \left(\frac{14.3 - 28.4}{1.0 - 0.75} \right) \times (0.7712 - 0.75) \\
 &= 28.4 + \left(-\frac{14.1}{0.25} \right) \times 0.0212 \\
 &= 28.4 + (-56.4) \times 0.0212 \\
 &= 28.4 - 1.19568 \\
 &= 27.20432 \approx 27.204
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan nilai *ARL* di atas, kita dapat melihat bahwa bagan kendali *EWMA* dengan nilai pergeseran 0,7712 menghasilkan nilai *ARL* sebesar 27,204. Nilai ini menunjukkan bahwa data pertama kali akan mengalami *out of control* pada titik data ke-27 atau ke-28 pada bagan.

3.6 Kapabilitas Proses

Pada penelitian ini kapabilitas yang diukur dengan menggunakan nilai indeks kemampuan proses. Terdapat dua parameter yang digunakan yaitu nilai rasio kemampuan proses (C_p) dan nilai indeks kemampuan proses (C_{pk}). Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai $C_p = 0.3432$ pada kasus dimana nilai C_p kurang dari 1, menunjukkan bahwa proses tidak mampu atau tidak memenuhi spesifikasi yang ditentukan, dan pada kasus dimana nilai C_{pk} sebesar 0,3373, dimana nilai tersebut juga $C_{pk} < 1$, sama halnya dengan nilai C_p bahwa nilai C_{pk} juga menunjukkan bahwa proses belum memenuhi spesifikasi. Berikut adalah bagan *fishbone* (sebab-akibat) akar permasalahan proses produksi spon kasur tidak memenuhi spesifikasi.



Gambar 4 Bagan Sebab-Akibat Variabel Berat Produk Spon Kasur

Gambar 4 menunjukkan bahwa spesifikasi yang rendah dan titik-titik yang tidak terkendali kemungkinan besar disebabkan oleh serangkaian faktor yang sama. Mengenai faktor manusia, diyakini bahwa kesalahan produksi, kurangnya *training*, dan pengetahuan serta keterampilan sumber daya manusia yang tidak lengkap adalah penyebabnya. Faktor *machine* diduga disebabkan oleh kesalahan saat *setting* mesin, suhu mesin yang digunakan terlalu panas, mesin cetak spon yang tidak rata karena terlalu sering digunakan, dan perawatan mesin yang tidak sering dilakukan. Faktor *material* diduga disebabkan oleh pencampuran bahan kimia yang salah, komposisi bahan yang tidak seimbang saat dicampurkan, bahan-bahan kimia terkontaminasi zat atau kotoran sebelum digunakan. Serta faktor *method* diduga disebabkan oleh proses pengadukan bahan diawal tidak merata atau tidak sempurna, sehingga ada bahan yang menggumpal.

4. Kesimpulan

Pengendalian kualitas produk spon kasur ukuran $160 \times 200 \times 25$ cm dengan bagan kendali *EWMA* belum terkendali secara statistik dengan baik hal ini ditunjukkan dengan adanya pola bagan kendali yang tidak acak atau membentuk pola tertentu. Bagan kendali *EWMA* tidak menunjukkan data *out of control* dengan rentang 13,9331 dan 12,0286, tetapi dengan nilai faktor pembobotan 0,4, bagan kendali ini mampu mendeteksi perubahan dalam proses produk. Berdasarkan hasil perhitungan nilai ARL sebelumnya untuk bagan kendali *EWMA*, ditentukan bahwa data pada titik data ke-27 atau ke-28 akan dianggap *out of control*. Sedangkan, berdasarkan perhitungan kapabilitas proses diperoleh nilai $C_p < 1$ dan $C_{pk} < 1$, sehingga dikatakan bahwa proses produksi belum memenuhi spesifikasi dan kemampuan proses masih rendah.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Program Studi Matematika, FMIPA Universitas Mataram yang telah memberikan kesempatan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Montgomery, D. C. (1990). Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik.
- [2] Wibawati, W., Rahma, W. A., Ahsan, M., & Udiatami, W. M. (2022). Penerapan Peta Kendali Neutrosophic Exponentially Weighted Moving Average (NEWMA) X dalam Monitoring Rata-Rata Proses Ketebalan Kaca. *Jambura Journal of Mathematics*, 4(1), 119–125. <https://doi.org/10.34312/jjom.v4i1.11993>
- [3] Iyan, A., Santoso, R., & Wilandari, Y. (2016). Komputasi Metode Exponentially Weighted Moving Average untuk Pengendalian Kualitas Proses Produksi Menggunakan GUI Matlab (Studi Kasus: PT. Djarum Kudus SKT Brak Megawon Iii). *Gaussian*, 5(2009), 673–682. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/gaussian/article/view/14724>
- [4] Munir, S. (2019). Aplikasi Grafik Pengendali T^2 Hotelling dan Kapabilitas Proses untuk Pengendalian Kualitas pada Produksi Arang Briket. (Issue 2). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- [5] Razzaq, M. A. (2021). Analisis Kemampuan Proses Pengantongan di Departemen Produksi IB PT. Petrokimia Gresik. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- [6] Nuralisa, R. A., & Musfiroh, I. (2022). Analisis Kapabilitas Proses Produk Farmasi X dengan Pendekatan Six Sigma di PT. Y. *Majalah Farmasetika*, 7(5), 494–506. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v7i4.40370>

- [7] Maulidiyah, H. (2022). Penerapan Grafik Pengendali Multivariate Cumulative Sum (MCUSUM) Dan Kapabilitas Proses pada Pengendalian Kualitas Air PDAM Penerapan Grafik Pengendali Multivariate Cumulative Sum (MCUSUM) dan Kapabilitas Proses. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- [8] Pratama, Y., & Susanti, L. H. (2018). Kapabilitas Proses Mesin Pengemas Produk Pangan Bubuk : Studi Kasus pada Produk Tepung Terigu. *Aplikasi Teknologi Pangan*, 7(1), 7–11. <https://doi.org/10.17728/jatp.2076>
- [9] Hidayatulloh, M. (2021). Perbandingan Bagan Kendali $\bar{X} - R$ Dengan Exponentially Weighted Moving Average Disertai Kapabilitas Proses Dalam Pengendalian Kualitas Produk Gem-Gem Orange 6.5 Oz X 12 X 9 (Studi pada PT. Sin A Sixfifteen Pasuruan Jawa Timur).
- [10] Cahyono, T. (2015). Statistik Uji Normalitas. Yayasan Sanitarian Banyumas.
- [11] Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control 6th Edition* (S. Dumas (ed.); 6th ed.). Don Fowley.
- [12] Roziana, R., Ramadhani, E., & Anwar, S. (2022). Analisis Gangguan Listrik di PLTU Nagan Raya Menggunakan Bagan Kendali Exponentially Weighted Moving Average dan Decision on Belief. *Interval: Jurnal Ilmiah Matematika*, 2(2), 104–117, <https://doi.org/10.33751/interval.v2i2.6515>.
- [13] Safrudin, Y. N., & Sari, D. P. (2014). Analisis Penyebab Ketidaksesuaian Produk Adiprima Pada Pt . Adps Menggunakan Metode Seven Tools. October 2013.