

**PENERAPAN PETA KENDALI *EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE* (EWMA) DAN PETA KENDALI *DOUBLE EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE* (DEWMA) DALAM PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK MIE PADA UD. SINAR SULAWESI**

La Hamsah<sup>1\*</sup>, Ika Purnamasari<sup>1</sup>, Andi Muhammad Ade Satriya<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Statistika FMIPA Universitas Mulawarman

*Corresponding author:* hamsahlapandewa@gmail.com

**Abstract.** *Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) is the type of control chart that is able to control quantitative and continuous variable data and is used to detect shifts in the average. Double Exponentially Weighted Moving Average (DEWMA) is the result of the development of an EWMA control chart that is able to detect shifts in the average that are smaller than the production process. The purpose of this study was to find out the results of controlling the quality of 1 kg products at UD. Sinar Sulawesi using EWMA and DEWMA control chart. The results showed that there were no data out of control based on testing using EWMA and DEWMA control chart, so that it could be said that the production of noodles at UD. Sinar Sulawesi are within the control limit. The UCL and LCL values of the DEWMA control chart for the first up to the tenth looks bigger than the UCL and LCL values of the EWMA control chart.*

**Keywords:** *EWMA control chart, DEWMA control chart, UCL, LCL, Noodles.*

## 1. PENDAHULUAN

Kualitas suatu produk adalah keadaan hasil produksi yang mampu memenuhi kebutuhan konsumen, semakin tinggi kualitas produk maka semakin tinggi pula kemampuan produk tersebut memenuhi kebutuhan konsumen [1]. Kualitas hasil produksi merupakan hal yang sangat penting untuk dipertahankan dan terus ditingkatkan oleh perusahaan. Mempertahankan kualitas menjadi tantangan bagi perusahaan dalam memenangkan persaingan karena hasil produksi yang berkualitas menjadi kriteria utama bagi konsumen dalam memilih produk. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengendalian kualitas terhadap hasil produksi [2].

Pengendalian kualitas merupakan metode untuk menjaga tingkat kualitas yang diinginkan dalam suatu produk atau proses produksi. Pengendalian kualitas digunakan sebagai standar pembandingan, apakah kualitas yang dihasilkan dari suatu proses produksi dalam keadaan baik yang berarti sudah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan atau belum dan akan dilakukan tindakan jika terjadi penyimpangan dalam proses produksi [2]. Pengendalian kualitas adalah metode yang digunakan untuk menjamin tingkat kualitas dalam produk dengan tujuan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan mampu memenuhi kebutuhan konsumen [3].

Dalam memenuhi kebutuhan konsumen, perusahaan perlu memiliki peta kendali dalam proses pengendalian kualitas hasil produksi. Peta kendali adalah metode yang digunakan untuk memonitoring proses produksi dan pengendalian kualitas. Secara umum terdapat dua jenis peta kendali yaitu peta kendali atribut dan peta kendali variabel. Peta kendali atribut digunakan jika karakteristik kualitas yang diamati hanya pada kategori (cacat atau tidak cacat) atau bersifat kualitatif, sedangkan peta kendali variabel digunakan jika karakteristik kualitas yang diamati dapat diukur (*measurable*) [4].

Jenis peta kendali atribut antara lain peta kendali  $P$ , peta kendali  $C$ , peta kendali  $U$ , dan sebagainya, sedangkan jenis peta kendali variabel antara lain peta kendali  $\bar{X} - R$ , peta kendali  $\bar{X} - S$ , peta kendali *cumulative sum* (CUSUM), peta kendali EWMA, dan sebagainya [5].

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Peta Kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA)

Peta kendali EWMA (*Exponentially Weighted Moving Average*) pertama kali dikenalkan oleh Roberts pada tahun 1959. Peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) adalah jenis peta kendali yang mampu mengontrol data variabel yang bersifat kuantitatif dan kontinu serta digunakan untuk mendeteksi adanya pergeseran dalam rata-rata. Variabel yang digunakan mampu mempengaruhi nilai rata-rata, karena peta kendali EWMA menggunakan informasi dari semua sampel [3].

Untuk menentukan rata-rata bergerak dari peta kendali EWMA digunakan persamaan berikut [4]:

$$Z_j = \lambda \bar{x}_j + (1 - \lambda)Z_{j-1} \quad (1)$$

Batas pengendali pada peta kendali EWMA adalah sebagai berikut [4]:

$$CL = \mu_0 = \bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n \bar{x}_j}{m} \quad (2)$$

$$UCL = \mu_0 + 3\sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right) [1 - (1-\lambda)^{2j}]} \quad (3)$$

$$LCL = \mu_0 - 3\sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right) [1 - (1-\lambda)^{2j}]} \quad (4)$$

dengan:

$Z_j$  = rata-rata bergerak EWMA pada sampel ke-  $j$

$\lambda$  = parameter pembobot dengan  $\lambda = \frac{2}{w+1}$

$w$  = subgroup atau lebar rata-rata bergerak

$\bar{x}_j$  = rata-rata sampel produksi pada waktu ke-  $j$ , dengan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ .

$CL$  = Center Line EWMA

$UCL$  = Upper Control Lomit

$LCL$  = Lower Control Limit

$\mu_0 = \bar{X}$  rata-rata keseluruhan sampel produksi

$\sigma = \frac{MR}{d_2}$

jika  $j > w$ , maka persamaan (3) dan (4) menjadi:

$$UCL = \mu_0 + 3\sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right)} \quad (5)$$

$$LCL = \mu_0 - 3\sigma \sqrt{\left(\frac{\lambda}{2-\lambda}\right)} \quad (6)$$

## 2.2. Peta Kendali Double Exponentially Wighted Moving Average (DEWMA)

Pada tahun 1992, Shamma S.E. dan Shamma A. K. melakukan penelitian mengenai peta kendali *Double Exponentially Weighted Moving Average* atau DEWMA. Peta kendali DEWMA merupakan hasil pengembangan dari peta kendali EWMA yang mampu mendeteksi pergeseran rata-rata yang lebih kecil dari proses produksi dengan melakukan proses pergeseran rata-rata sebanyak dua kali. Bentuk umum peta kendali DEWMA adalah sebagai berikut [5]:

$$Y_j = \lambda Z_j + (1-\lambda) Y_{j-1} \quad (7)$$

Batas pengendali pada peta kendali DEWMA adalah sebagai berikut [5]:

$$CL = \mu_0 = \bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n \bar{x}_j}{m} \quad (8)$$

$$UCL = \mu_0 + 3\sigma \sqrt{\lambda^4 \frac{(1-(1-\lambda)^{2j})}{(2\lambda-\lambda^2)}} \quad (9)$$

$$LCL = \mu_0 - 3\sigma \sqrt{\lambda^4 \frac{(1-(1-\lambda)^{2j})}{(2\lambda-\lambda^2)}} \quad (10)$$

dengan:

$Y_j$  = rata-rata bergerak DEWMA pada sampel ke-  $j$

$Z_j$  = rata-rata bergerak EWMA pada sampel ke-  $j$

$\lambda$  = parameter pembobot dengan  $\lambda = \frac{2}{w+1}$

$w$  = subgroup atau lebar rata-rata bergerak

$\bar{x}_j$  = rata-rata sampel produksi pada waktu ke-  $j$ , dengan  $j = 1, 2, 3, \dots, n$

$CL$  = *Center Line* DEWMA

$UCL$  = *Upper Control Limit*

$LCL$  = *Lower Control Limit*

$\mu_0 = \bar{X}$  rata-rata keseluruhan sampel produksi

$\sigma = \frac{\overline{MR}}{d_2}$

jika  $j > w$ , maka persamaan (3) dan (4) menjadi [6]:

$$UCL = \mu_0 + 3\sigma \sqrt{\frac{\lambda^4}{(2\lambda - \lambda^2)}} \quad (11)$$

$$LCL = \mu_0 - 3\sigma \sqrt{\frac{\lambda^4}{(2\lambda - \lambda^2)}} \quad (12)$$

### 3. METODOLOGI

Tahapan analisis data pada peta kendali EWMA adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis statistika deskriptif
2. Menghitung rata-rata keseluruhan sampel
3. Menghitung masing-masing nilai  $Z_j$  dengan menggunakan persamaan (1).
4. Menghitung nilai *Control Limit* (CL), menghitung nilai *Upper Control Limit* (UCL) dan menghitung nilai *Lower Control Limit* (LCL) EWMA.
5. Membuat peta kendali EWMA (*Exponentially Weighted Moving Average*).
6. Menghitung masing-masing nilai  $Y_j$  dengan menggunakan persamaan (7).
7. Menghitung nilai *Control Limit* (CL), menghitung nilai *Upper Control Limit* (UCL) dan menghitung nilai *Lower Control Limit* (LCL) DEWMA.
8. Membuat peta kendali DEWMA (*Double Exponentially Weighted Moving Average*).

### 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Analisis Statistika Deskriptif

Berikut merupakan hasil analisis statistika deskriptif yang mendeskripsikan keadaan rata-rata dari 10 bungkus mie yang diambil perhari secara acak selama 30 hari, nilai maksimum dan nilai minimum.

Tabel 1: Analisis Statistika Deskriptif Data Rata-rata Perhari Berat Produk *Mie*

Rata-rata (kg)	Max (kg)	Min (kg)
1,02261	1,0324	1,0107

Pada tabel 1 dapat diketahui bahwa berat rata-rata mie selama 30 hari yang diambil sebanyak 10 bungkus perhari adalah 1,02261 kg, maksimum rata-rata berat

mie terjadi pada hari ke-27 yaitu sebesar 1,0324 kg, dan minimum rata-rata berat mie terjadi pada hari ke-22 yaitu sebesar 1,0107 kg.

#### 4.2. Menentukan Rata-rata Bergerak Pada Peta Kendali EWMA

Rata-rata bergerak pada peta kendali EWMA dapat ditentukan menggunakan persamaan 1. Sebelum menghitung persamaan 1, terlebih dahulu ditentukan nilai  $\lambda$  sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{2}{w+1} = \frac{2}{10+1} = 0,1818$$

rata-rata bergerak pertama EWMA adalah sebagai berikut:

$$Z_1 = 0,1818(1,0306) + (1 - 0,1818)1,02261 = 1,0240$$

selanjutnya untuk rata-rata bergerak kedua EWMA adalah sebagai berikut

$$Z_2 = 0,1818(1,0215) + (1 - 0,1818)1,0240 = 1,0235$$

Dengan demikian, rata-rata bergerak EWMA pertama hingga ketiga puluh pada data hasil produksi mie dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2: Nilai dari  $Z$

Hari	$Z$	Hari	$Z$	Hari	$Z$	Hari	$Z$	Hari	$Z$
1	1,0240	7	1,0213	13	1,0193	19	1,0223	25	1,0214
2	1,0235	8	1,0212	14	1,0204	20	1,0223	26	1,0217
3	1,0240	9	1,0212	15	1,0223	21	1,0221	27	1,0237
4	1,0255	10	1,0226	16	1,0226	22	1,0201	28	1,0237
5	1,0241	11	1,0213	17	1,0227	23	1,0215	29	1,0239
6	1,0233	12	1,0211	18	1,0231	24	1,0216	30	1,0241

#### 4.3. Menghitung Batas Kendali Pada Peta Kendali EWMA

Menghitung nilai tengah atau *Center Line* (CL), batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL) dan batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) untuk  $j \leq 10$  maka digunakan persamaan 2, persamaan 3 dan persamaan 4 sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$CL = \mu_0 = \bar{X} = \frac{30,6783}{30} = 1,02261$$

$$UCL = 1,02261 + 3 \left( \frac{0,041}{3,078} \right) \sqrt{\left( \frac{0,1818}{2 - 0,1818} \right) [1 - (1 - 0,1818)^{2(1)}]} = 1,0298$$

$$LCL = 1,02261 - 3 \left( \frac{0,141}{3,078} \right) \sqrt{\left( \frac{0,1818}{2 - 0,1818} \right) [1 - (1 - 0,1818)^{2(1)}]} = 1,0153$$

Untuk menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL) dan batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) untuk  $j > 10$  maka digunakan persamaan 5 dan persamaan 6, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$UCL = 1,02261 + 3 \left( \frac{0,041}{3,078} \right) \sqrt{\left( \frac{0,1818}{2 - 0,1818} \right)} = 1,0352$$

$$LCL = 1,02261 - 3 \left( \frac{0,041}{3,078} \right) \sqrt{\left( \frac{0,1818}{2 - 0,1818} \right)} = 1,0099$$

dengan demikian, nilai UCL dan LCL peta kendali EWMA dari data hasil produksi mie dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3: Nilai UCL dan LCL Peta Kendali EWMA Hasil Produksi Mie

Hari	Z	UCL	LCL	Hari	Z	UCL	LCL
1	1,0240	1,0298	1,0153	16	1,0226	1,0352	1,0099
2	1,0235	1,0319	1,0132	17	1,0227	1,0352	1,0099
3	1,0240	1,0331	1,0120	18	1,0231	1,0352	1,0099
4	1,0255	1,0339	1,0113	19	1,0223	1,0352	1,0099
5	1,0241	1,0343	1,0108	20	1,0223	1,0352	1,0099
6	1,0233	1,0346	1,0110	21	1,0221	1,0352	1,0099
7	1,0213	1,0348	1,0105	22	1,0201	1,0352	1,0099
8	1,0212	1,0349	1,0103	23	1,0215	1,0352	1,0099
9	1,0212	1,0350	1,0102	24	1,0216	1,0352	1,0099
10	1,0226	1,0351	1,0101	25	1,0214	1,0352	1,0099
11	1,0213	1,0351	1,0100	26	1,0217	1,0352	1,0099
12	1,0211	1,0351	1,0100	27	1,0237	1,0352	1,0099
13	1,0193	1,0352	1,0100	28	1,0237	1,0352	1,0099
14	1,0204	1,0352	1,0099	29	1,0239	1,0352	1,0099
15	1,0223	1,0352	1,0099	30	1,0241	1,0352	1,0099

#### 4.4. Menentukan Rata-rata Bergerak Peta Kendali DEWMA

Untuk menentukan rata-rata bergerak pada peta kendali EWMA maka digunakan persamaan 7. Sebelum menghitung persamaan 7, terlebih dahulu ditentukan nilai  $\lambda$  sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{2}{w+1} = \frac{2}{10+1} = 0,1818$$

rata-rata bergerak pertama DEWMA adalah sebagai berikut:

$$Y_1 = 0,1818(1,0240) + (1 - 0,1818)1,0226 = 1,0226$$

selanjutnya untuk rata-rata bergerak kedua DEWMA adalah sebagai berikut

$$Y_2 = 0,1818(1,0235) + (1 - 0,1818)1,0226 = 1,0228$$

Dengan demikian, nilai dari rata-rata bergerak DEWMA pertama hingga ketiga puluh pada data hasil produksi mie dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4: Nilai dari Y

Hari	Y	Hari	Y	Hari	Y	Hari	Y	Hari	Y
1	1,0226	7	1,0231	13	1,0216	19	1,0222	25	1,0214
2	1,0228	8	1,0228	14	1,0214	20	1,0222	26	1,0214
3	1,0230	9	1,0225	15	1,0215	21	1,0222	27	1,0218
4	1,0235	10	1,0225	16	1,0217	22	1,0218	28	1,0222
5	1,0236	11	1,0223	17	1,0219	23	1,0216	29	1,0225
6	1,0235	12	1,0221	18	1,0221	24	1,0214	30	1,0228

#### 4.5. Menghitung Batas Kendali Pada Peta Kendali DEWMA

Untuk menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL) dan batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) untuk  $j > 10$  maka digunakan persamaan 9 dan persamaan 10, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$CL = \mu_0 = \bar{X} = \frac{30,6783}{30} = 1,02261$$

$$UCL = 1,02261 + 3 \left( \frac{0,041}{3,078} \right) \sqrt{0,1818^4 \frac{(1 - (1 - 0,1818)^{2(1)})}{(2(0,1818) - 0,1818^2)}} = 1,0253$$

$$LCL = 1,02261 - 3 \left( \frac{0,041}{3,078} \right) \sqrt{0,1818^4 \frac{(1 - (1 - 0,1818)^{2(1)})}{(2(0,1818) - 0,1818^2)}} = 1,0194$$

Untuk menghitung batas kendali atas atau *Upper Control Limit* (UCL) dan batas kendali bawah atau *Lower Control Limit* (LCL) untuk  $j > 10$  maka digunakan persamaan 11 dan persamaan 12, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut:

$$UCL = 1,02261 + 3 \left( \frac{0,041}{3,078} \right) \sqrt{\frac{0,1818^4}{(2(0,1818) - 0,1818^2)}} = 1,0275$$

$$LCL = 1,02261 - 3 \left( \frac{0,041}{3,078} \right) \sqrt{\frac{0,1818^4}{(2(0,1818) - 0,1818^2)}} = 1,0172$$

dengan demikian, nilai UCL dan LCL peta kendali DEWMA dari data hasil produksi *mie* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5: Nilai UCL dan LCL Peta Kendali DEWMA Hasil Produksi Mie

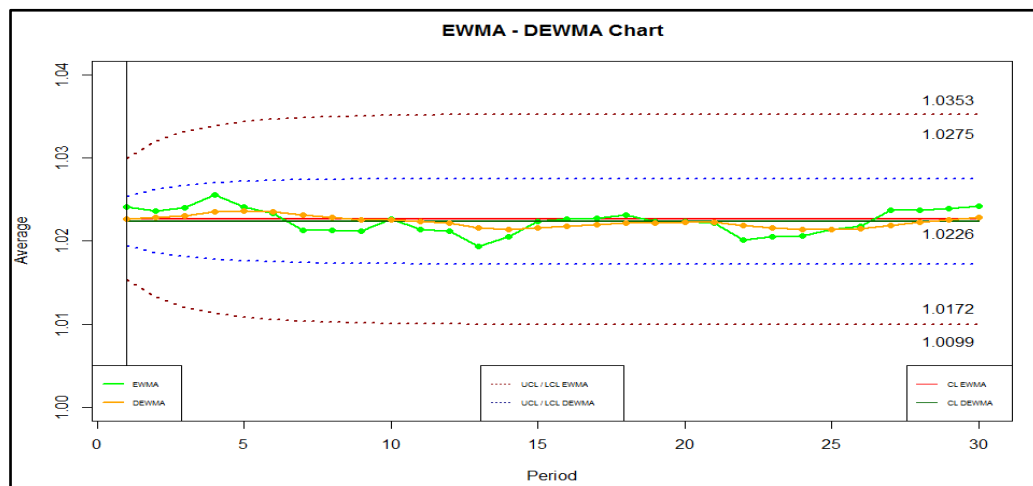
Hari	$\bar{y}$	UCL	LCL	Hari	$\bar{y}$	UCL	LCL
1	1,0226	1,0253	1,0194	6	1,0235	1,0272	1,0174
2	1,0228	1,0261	1,0185	7	1,0231	1,0273	1,0173
3	1,0230	1,0266	1,0180	8	1,0228	1,0274	1,0173
4	1,0235	1,0269	1,0177	9	1,0225	1,0274	1,0173
5	1,0236	1,0271	1,0175	10	1,0225	1,0274	1,0172

Tabel 5: Nilai UCL dan LCL Peta Kendali DEWMA Hasil Produksi Mie (Lanjutan)

Hari	$\bar{y}$	UCL	LCL	Hari	$\bar{y}$	UCL	LCL
11	1,0223	1,0275	1,0172	21	1,0222	1,0275	1,0172
12	1,0221	1,0275	1,0172	22	1,0218	1,0275	1,0172
13	1,0216	1,0275	1,0172	23	1,0216	1,0275	1,0172
14	1,0214	1,0275	1,0172	24	1,0214	1,0275	1,0172
15	1,0215	1,0275	1,0172	25	1,0214	1,0275	1,0172
16	1,0226	1,0275	1,0172	26	1,0214	1,0275	1,0172
17	1,0227	1,0275	1,0172	27	1,0218	1,0275	1,0172
18	1,0231	1,0275	1,0172	28	1,0222	1,0275	1,0172
19	1,0223	1,0275	1,0172	29	1,0225	1,0275	1,0172
20	1,0223	1,0275	1,0172	30	1,0228	1,0275	1,0172

#### 4.6. Perbandingan Peta Kendali EWMA dan Peta Kendali DEWMA

Berdasarkan tabel 3 dan tabel 5 dapat dilihat peta kendali EWMA dan peta kendali DEWMA sebagai berikut:



Gambar 1: Peta Kendali EWMA dan Peta Kendali DEWMA

Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat bahwa tidak terdapat data yang *out of control* baik secara EWMA maupun DEWMA sehingga dapat dikatakan bahwa hasil produksi mie pada UD. Sinar Sulawesi pada bulan Februari sampai bulan Maret tahun 2019 berada dalam batas kendali. Namun diketahui bahwa nilai UCL dan LCL untuk data pertama hingga data kesepuluh pada peta kendali DEWMA terlihat lebih besar dibandingkan dengan nilai UCL dan LCL pada peta kendali EWMA.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa pengendalian kualitas dengan menggunakan peta kendali EWMA dan peta kendali DEWMA pada hasil produksi mie pada UD. Sinar Sulawesi pada bulan Februari sampai bulan Maret tahun 2019 tidak terdapat data yang *out of control* sehingga dapat dikatakan bahwa berada dalam batas kendali. Nilai UCL dan LCL untuk data pertama hingga data kesepuluh pada peta kendali DEWMA terlihat lebih besar dibandingkan dengan nilai UCL dan LCL pada peta kendali EWMA.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Taguchi, G. (1986). *Introduction to Quality Engineering*. Tokyo: APO.
- [2] Ariani, D. W. (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kualitatif Dalam Manajemen Kualitas)*. Yogyakarta: C. V. Andi Offset.
- [3] Irwan & Haryono, Didi. (2015). *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif)*. Bandung: C. V. Alfabeta.
- [4] Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control* (6th ed). New York: John Wiley and Sons, Inc.
- [5] Widjajati, F. A, Aksioma, D. F, Chotimah, Chusnul. (2017). "Analisis Peta Kendali DEWMA (Doble Exponentially Weighted Moving Average) dalam Pengendalian Kualitas Produksi FJLB (Finger Joint Laminating Board) pada PT. Inhutani Gresik". Seminar Nasional Matematika dan Aplikasinya. 251-256.
- [6] Abreu, R. P, & Schaffer, J. R. (2017). "A Double EWMA Control Chart for the Individuals Based on a Linear Prediction". *Journal of Modern Applied*



