

Penerapan Peta Kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) untuk Monitoring *Defect rate* pada Proses Produksi Manufaktur

Amalia Azzahra¹, Clara Jocelyn Harefa², Dwi Heri Efrilia³

Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan

Article Info

Article history:

Received: March 2026

Revised: April 2026

Accepted: May 2026

Kata Kunci:

Defect rate

Peta Kendali EWMA

Pengendalian Kualitas

Proses Manufaktur

Statistical Process Control

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kestabilan proses produksi manufaktur menggunakan peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) berdasarkan data *defect rate*. Data yang digunakan merupakan data sekunder sebanyak 50 pengamatan yang dianalisis dengan pendekatan *Statistical Process Control* (SPC). Tahapan analisis meliputi perhitungan statistik deskriptif, penentuan parameter EWMA ($\lambda = 0,2$ dan $L = 3$), perhitungan nilai EWMA, serta penentuan batas kendali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh nilai EWMA berada di dalam batas kendali atas (Upper Control Limit) dan batas kendali bawah (Lower Control Limit), sehingga proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik. Variasi yang terjadi cenderung disebabkan oleh common cause variation. Metode EWMA terbukti efektif dalam mendeteksi perubahan kecil pada proses produksi sehingga dapat digunakan sebagai alat monitoring kualitas secara berkelanjutan.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Amalia Azzahra

Program Studi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Medan

20221 Deli Serdang, Medan, Indonesia

Email: amaliaazzahra.4242260001@mhs.unimed.ac.id

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur merupakan sektor yang memiliki peran penting dalam menghasilkan produk yang berkualitas dan mampu memenuhi kebutuhan konsumen. Dalam proses produksi, kualitas produk menjadi faktor utama yang menentukan keberhasilan perusahaan dalam mempertahankan daya saing. Produk yang tidak memenuhi standar kualitas dapat menyebabkan berbagai kerugian, seperti meningkatnya biaya produksi akibat rework, pemborosan bahan baku, serta menurunnya tingkat kepuasan pelanggan (1). Oleh karena itu, pengendalian kualitas menjadi bagian penting dalam proses produksi guna memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Selain itu, penerapan pengendalian kualitas yang baik juga dapat membantu perusahaan dalam mengurangi variasi proses serta meningkatkan efisiensi produksi secara berkelanjutan (2). Pengendalian kualitas statistik atau *Statistical Process Control* (SPC) merupakan salah satu pendekatan ilmiah yang digunakan untuk memantau dan mengendalikan proses produksi secara sistematis. Menurut (3), SPC merupakan pengendalian proses statistik dengan teknik penyelesaian masalah menggunakan metode statistik. SPC menjadi bagian dari tujuh alat pengendalian kualitas (*seven tools*) yang harus dikuasai dalam gugus kendali kualitas suatu perusahaan manufaktur. (4) menyatakan bahwa SPC adalah sebuah teknik statistik yang digunakan secara luas untuk memastikan bahwa proses memenuhi standar dan mengukur kinerja suatu proses.

Salah satu indikator yang dapat digunakan dalam pengendalian kualitas adalah *defect rate* atau tingkat kecacatan produk. *Defect rate* menunjukkan proporsi produk cacat terhadap total produk yang dihasilkan dalam suatu periode tertentu (5). Tingginya *defect rate* mengindikasikan adanya permasalahan dalam proses produksi yang dapat mempengaruhi kualitas produk secara keseluruhan. Oleh karena itu, pemantauan *defect rate* secara berkala diperlukan untuk mengetahui kestabilan proses produksi serta mendeteksi adanya penyimpangan yang terjadi selama proses produksi berlangsung. Penggunaan sebagai indikator kualitas dinilai efektif karena mampu memberikan gambaran performa proses produksi secara menyeluruh. *Defect rate* atau tingkat kecacatan adalah persentase produk yang tidak memenuhi standar kualitas yang telah ditetapkan dibandingkan dengan total produk yang diproduksi dalam periode waktu tertentu. Tingkat kecacatan merupakan indikator penting dari kualitas produksi dan efisiensi operasional suatu perusahaan manufaktur (6). Dalam penelitian ini, variabel *defect rate* diukur dalam satuan jumlah cacat per 1.000 unit yang diproduksi dengan rentang nilai antara 0,5 hingga 5,0 cacat per 1.000 unit.

Berdasarkan data sekunder *defect rate* pada proses produksi manufaktur yang digunakan dalam penelitian ini, terlihat adanya fluktuasi nilai *defect rate* yang cukup tinggi dari waktu ke waktu. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses produksi belum berada dalam kondisi stabil secara statistik. Fluktuasi yang terjadi dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kondisi mesin, kualitas bahan baku, metode kerja, maupun faktor tenaga kerja. Jika kondisi ini tidak segera diidentifikasi, maka dapat menyebabkan peningkatan jumlah produk cacat serta menurunnya kualitas produk secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan metode pengendalian kualitas yang mampu mendeteksi perubahan kecil dalam proses produksi secara lebih cepat dan akurat. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memonitor kestabilan proses produksi adalah peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA). Metode EWMA merupakan teknik dalam *Statistical Process Control* yang memberikan bobot lebih besar pada data terbaru sehingga lebih sensitif terhadap perubahan kecil pada rata-rata proses. Dengan karakteristik tersebut, metode EWMA mampu mendeteksi pergeseran kecil dalam proses produksi yang sulit diidentifikasi menggunakan peta kendali konvensional (7). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peta kendali EWMA efektif dalam memonitor kestabilan proses produksi serta mendeteksi perubahan kecil secara lebih cepat dibandingkan metode konvensional. Peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) merupakan salah satu peta kendali yang dikembangkan sebagai alternatif dari peta kendali Shewhart yang kurang sensitif terhadap pergeseran rata-rata proses yang kecil. Peta kendali EWMA pertama kali digagas oleh Roberts pada tahun 1959 dan digunakan untuk memonitor proses serta mendeteksi adanya sebab khusus yang terlihat dari pergeseran terus-menerus dalam suatu proses (8).

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan telah dilakukan berkaitan dengan penerapan peta kendali EWMA dalam pengendalian kualitas manufaktur. (9) dalam penelitiannya yang dipublikasikan di *Bimaster: Buletin Ilmiah Matematika, Statistika dan Terapannya* melakukan perbandingan kinerja peta kendali CUSUM dan EWMA pada data produksi wajan di CV. XYZ menggunakan nilai Average Run Length (ARL) sebagai acuan perbandingan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa peta kendali EWMA lebih efektif dalam mendeteksi pergeseran rata-rata yang relatif kecil dibandingkan peta kendali CUSUM, dengan nilai ARL peta kendali EWMA sebesar 45,832 yang lebih kecil dibandingkan nilai ARL peta kendali CUSUM sebesar 69,108. Sejalan dengan penelitian tersebut, (8) mempublikasikan penelitian mengenai perbandingan kinerja peta kendali EWMA dan DEWMA dalam pengendalian kualitas produksi butsudan di PT. Maruki International Indonesia. Penelitian ini menemukan bahwa peta kendali DEWMA memiliki kinerja yang lebih sensitif dalam mendeteksi pergeseran kecil dibandingkan peta kendali EWMA, berdasarkan nilai ARL pada $\lambda = 0,1$ di mana

peta kendali DEWMA memperoleh nilai ARL sebesar 1,1363 yang lebih kecil dibandingkan nilai ARL peta kendali EWMA sebesar 1,2268.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kestabilan proses produksi menggunakan metode *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) berdasarkan data *defect rate* yang tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik serta mendeteksi adanya penyimpangan yang terjadi pada *defect rate*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang dapat digunakan sebagai dasar dalam upaya peningkatan kualitas produk secara berkelanjutan serta menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam meningkatkan kualitas proses produksi secara berkesinambungan.

2. METHOD

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *Statistical Process Control* (SPC) untuk menganalisis kestabilan proses produksi menggunakan peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA). Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian ini menganalisis data numerik berupa *defect rate* pada proses produksi manufaktur. Metode SPC dipilih karena mampu memonitor variasi proses serta mendeteksi perubahan yang terjadi dalam proses produksi secara sistematis dan terukur.

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif. Penelitian kuantitatif digunakan untuk menganalisis kestabilan proses produksi berdasarkan data *defect rate*, sedangkan pendekatan deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran kondisi proses produksi selama periode pengamatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik serta mendeteksi adanya perubahan kecil yang terjadi pada *defect rate*.

2.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder berupa dataset manufaktur yang terdiri dari 50 pengamatan. Data tersebut mencakup nilai *defect rate* yang digunakan sebagai indikator kualitas produksi. *Defect rate* menunjukkan tingkat kecacatan produk yang dihasilkan selama proses produksi berlangsung dan digunakan sebagai indikator untuk mengukur performa kualitas produksi. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 1. Variabel Penelitian

Variabel Utama	Variabel Pendukung
Defect rate	Production Volume Production Cost Supplier Quality Delivery Delay Quality Score Maintenance Hours Downtime Percentage Worker Productivity Energy Consumption

Namun, dalam penelitian ini hanya variabel *defect rate* yang digunakan sebagai fokus utama analisis karena variabel tersebut merupakan indikator utama dalam pengendalian kualitas proses produksi.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dokumentasi. Teknik dokumentasi digunakan karena data yang dianalisis telah tersedia dalam bentuk dataset numerik yang diperoleh dari sumber sekunder. Teknik dokumentasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mengumpulkan data yang telah tersedia dan relevan dengan penelitian (10).

2.4 Metode Analisis Data

Metode *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) merupakan salah satu peta kendali dalam *Statistical Process Control* yang digunakan untuk memonitor data variabel dengan memberikan bobot lebih besar pada data terbaru sehingga lebih sensitif terhadap perubahan kecil pada proses produksi. Metode EWMA banyak digunakan dalam pengendalian kualitas karena mampu mendeteksi pergeseran kecil pada rata-rata proses lebih cepat dibandingkan peta kendali konvensional (11).

1. Analisis Statistika Deskriptif

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah melakukan analisis statistika deskriptif terhadap data *defect rate*. Statistik deskriptif yang dihitung meliputi nilai rata-rata (mean), nilai maksimum, nilai minimum, dan standar deviasi. Rumus rata-rata (mean) adalah sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Sedangkan standar deviasi dihitung menggunakan rumus:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

2. Menentukan Parameter EWMA

Langkah selanjutnya adalah menentukan parameter dalam peta kendali EWMA. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah nilai pembobot λ (lambda) dan konstanta L. Parameter λ digunakan untuk menentukan besar bobot yang diberikan pada data terbaru. Nilai λ yang kecil digunakan untuk mendeteksi perubahan kecil dalam proses produksi. Dalam penelitian ini digunakan nilai $\lambda = 0,2$ dan $L = 3$. Nilai awal EWMA ditentukan sama dengan rata-rata proses, yaitu:

$$Z_0 = \bar{X}$$

3. Menghitung Nilai EWMA

Nilai EWMA dihitung untuk setiap periode pengamatan menggunakan rumus EWMA sebagai berikut:

$$Z_t = \lambda X_t + (1 - \lambda)Z_{t-1}$$

Keterangan:

Z_t = nilai EWMA periode ke-t

X_t = data *defect rate* periode ke-t

λ = parameter pembobot

Z_{t-1} = nilai EWMA periode sebelumnya

Perhitungan EWMA dilakukan secara berurutan mulai dari periode pertama hingga periode terakhir.

4. Menghitung Standar Deviasi EWMA

Setelah nilai EWMA diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung standar deviasi EWMA yang digunakan untuk menentukan batas kendali peta kendali EWMA. Standar deviasi EWMA dihitung menggunakan rumus:

$$\sigma_{EWMA} = \sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2 - \lambda} (1 - (1 - \lambda)^{2t})}$$

Keterangan:

σ_{EWMA} = standar deviasi EWMA

σ = standar deviasi proses

λ = parameter pembobot

t = periode pengamatan

5. Menentukan Batas Kendali EWMA

Setelah standar deviasi EWMA diperoleh, langkah selanjutnya adalah menentukan batas kendali atas (Upper Control Limit) dan batas kendali bawah (Lower Control Limit). Batas kendali dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

Batas kendali atas (UCL):

$$UCL = \mu + L \cdot \sigma_{EWMA}$$

Batas kendali bawah (LCL):

$$LCL = \mu - L \cdot \sigma_{EWMA}$$

Keterangan:

μ = rata-rata proses

L = konstanta batas kendali

σ_{EWMA} = standar deviasi EWMA

Batas kendali ini digunakan untuk menentukan apakah proses produksi berada dalam kondisi terkendali atau tidak.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Statistika Deskriptif

Hasil analisis statistika deskriptif berikut menunjukkan kondisi nilai rata-rata tingkat kecacatan (*defect rate*) dari 50 pengamatan selama proses manufaktur. Tujuan analisis ini adalah untuk memberikan gambaran umum tentang tingkat kecacatan produk yang dihasilkan.

Tabel 2. Analisis Statistika Deskriptif Data *Defect rate*

Rata-rata	Max	Min
3,08	4,89	0,63

Berdasarkan nilai tersebut, tingkat kecacatan produk berubah selama periode pengamatan. Jika terdapat perbedaan antara nilai maksimum dan minimum, itu menunjukkan bahwa ada perubahan dalam proses produksi yang dapat disebabkan oleh sejumlah faktor, seperti kondisi mesin, kualitas bahan baku, dan kinerja operator. Dengan variasi tersebut, analisis lebih lanjut diperlukan menggunakan peta kendali untuk mengetahui apakah kondisi terkendali secara statistik berlaku untuk proses produksi.

3.2 Menentukan Rata-rata Bergerak Pada Peta Kendali EWMA

Nilai Eksponentially Weighted Moving Average (EWMA) dihitung berdasarkan data tingkat kecacatan (*defect rate*). Metode ini digunakan untuk memonitor pergerakan rata-rata proses dengan lebih akurat terhadap perubahan kecil selama proses produksi.

Tabel 3. Nilai EWMA (Z_i) *Defect rate*

No	Zi	No	Zi	No	Zi
1	3,02	11	2,85	21	2,73
2	2,58	12	2,46	22	3,07
3	2,97	13	2,81	23	3,36
4	2,50	14	2,78	24	3,48
5	2,77	15	2,42	25	3,45
6	3,00	16	2,46	26	2,94
7	3,36	17	2,73	27	2,88
8	2,83	18	2,97	28	2,93
9	2,90	19	3,29	29	2,62
10	3,30	20	3,21	30	2,65

Tabel 3. Nilai EWMA (Z_i) *Defect rate* (Lanjutan)

No	Z_i	No	Z_i
31	2,31	41	3,37
32	2,72	42	3,12
33	3,06	43	3,43
34	3,03	44	3,37
35	3,20	45	3,61
36	3,52	46	3,75
37	3,00	47	3,36
38	3,33	48	3,11
39	2,81	49	3,40
40	3,13	50	3,63

Nilai EWMA (Z_i) dihitung dengan parameter pembobot λ sebesar 0,2, dan nilai awal Z_0 sama dengan nilai target rata-rata (μ_0). Perhitungan dilakukan secara berurutan berdasarkan frekuensi k data tingkat kecacatan (*defect rate*). Hasil ini menunjukkan bahwa metode EWMA memiliki kemampuan untuk meningkatkan pola perubahan proses dan mengurangi variasi acak.

3.3 Menghitung Batas Kendali Pada Peta Kendali EWMA

Untuk mengetahui apakah proses secara statistik terkendali, batas kendali ditetapkan pada peta EWMA. Batas kendali atas (Upper Control Limit) dan batas kendali bawah (Lower Control Limit) dihitung berdasarkan rata-rata proses (μ_0) dan standar deviasi (σ) yang diperoleh dari data awal. Adapun parameter pembobot λ yang digunakan adalah 0,2 dan konstanta pengali $L = 3$, parameter ini digunakan sebagai acuan untuk menilai stabilitas proses.

Nilai garis tengah (Center Line) diperoleh dari rata-rata data *defect rate*, yaitu:

$$CL = \mu_0 = \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$CL = \mu_0 = \bar{X} = \frac{75,11}{25} = 3$$

Nilai $n = 25$ digunakan karena berdasarkan teori peta kendali EWMA, apabila rata-rata target μ_0 tidak diketahui, maka dapat diestimasi menggunakan rata-rata dari sekitar 20–25 observasi awal sebagai representasi kondisi proses yang stabil. Untuk batas kendali atas (Upper Control Limit) dan batas kendali bawah (Lower Control Limit) pada pengamatan ke- t (untuk $t \leq 50$), digunakan rumus:

$$UCL_t = \mu_0 + L \cdot \sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2 - \lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2t}]}$$

$$LCL_t = \mu_0 - L \cdot \sigma \sqrt{\frac{\lambda}{2 - \lambda} [1 - (1 - \lambda)^{2t}]}$$

Perhitungan dilakukan secara berulang untuk setiap nilai t , sehingga diperoleh nilai batas kendali atas (Upper Control Limit) yang berbeda pada setiap pengamatan awal.

$$UCL_1 = 3 + 3(1,5) \sqrt{\frac{0,2}{2 - 0,2} [1 - (1 - 0,2)^{2(1)}]} = 3,90$$

$$UCL_2 = 3 + 3(1,5) \sqrt{\frac{0,2}{2 - 0,2} [1 - (1 - 0,2)^{2(2)}]} = 4,16$$

$$\vdots$$

$$UCL_{50} = 3 + 3(1,5) \sqrt{\frac{0,2}{2 - 0,2} [1 - (1 - 0,2)^{2(50)}]} = 4,50$$

Dengan cara yang sama, batas kendali bawah (Lower Control Limit) dihitung untuk setiap pengamatan ke- t menggunakan persamaan yang telah ditentukan.

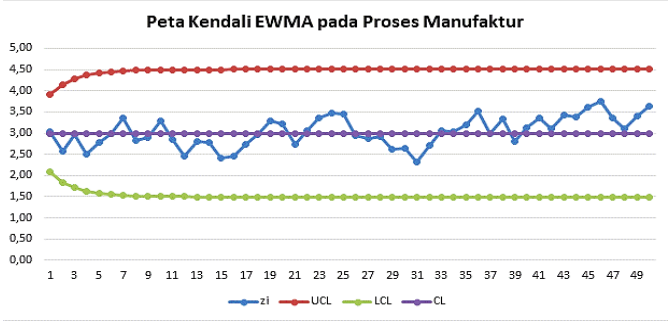
$$LCL_1 = 3 - 3(1,5) \sqrt{\frac{0,2}{2 - 0,2}} [1 - (1 - 0,2)^{2(1)}] = 2,10$$
$$LCL_2 = 3 - 3(1,5) \sqrt{\frac{0,2}{2 - 0,2}} [1 - (1 - 0,2)^{2(2)}] = 1,84$$
$$\vdots$$
$$LCL_{50} = 3 - 3(1,5) \sqrt{\frac{0,2}{2 - 0,2}} [1 - (1 - 0,2)^{2(50)}] = 1,50$$

Dengan demikian, nilai CL, UCL dan LCL peta kendali EWMA dari data tingkat kecacatan produk pada proses manufaktur dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 3. Nilai EWMA (Zi) Defect rate (Lanjutan)

No.	CL	UCL	LCL	No.	CL	UCL	LCL
1	3	3,90	2,10	26	3	3,90	2,10
2	3	4,16	1,84	27	3	4,16	1,84
3	3	4,29	1,71	28	3	4,29	1,71
4	3	4,37	1,63	29	3	4,37	1,63
5	3	4,42	1,58	30	3	4,42	1,58
6	3	4,45	1,55	31	3	4,45	1,55
7	3	4,47	1,53	32	3	4,47	1,53
8	3	4,48	1,52	33	3	4,48	1,52
9	3	4,49	1,51	34	3	4,49	1,51
10	3	4,49	1,51	35	3	4,49	1,51
11	3	4,50	1,50	36	3	4,50	1,50
12	3	4,50	1,50	37	3	4,50	1,50
13	3	4,50	1,50	38	3	4,50	1,50
14	3	4,50	1,50	39	3	4,50	1,50
15	3	4,50	1,50	40	3	4,50	1,50
16	3	4,50	1,50	41	3	4,50	1,50
17	3	4,50	1,50	42	3	4,50	1,50
18	3	4,50	1,50	43	3	4,50	1,50
19	3	4,50	1,50	44	3	4,50	1,50
20	3	4,50	1,50	45	3	4,50	1,50
21	3	4,50	1,50	46	3	4,50	1,50
22	3	4,50	1,50	47	3	4,50	1,50
23	3	4,50	1,50	48	3	4,50	1,50
24	3	4,50	1,50	49	3	4,50	1,50
25	3	4,50	1,50	50	3	4,50	1,50

3.4 Membuat Peta Kendali EWMA



Gambar 1. Peta Kendali EWMA

Berdasarkan Gambar 1 yang menunjukkan semua nilai statistik pada peta kendali EWMA (Z_i) berada di dalam batas kendali, yaitu di antara batas kendali atas (Upper Control Limit) dan batas kendali bawah (Lower Control Limit). Tidak ada titik pengamatan yang melewati batas kendali, sehingga dapat dikatakan bahwa proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik. Ini menunjukkan bahwa variasi dalam proses produksi cenderung disebabkan oleh variasi acak (Common Cause Variation), bukan karena variasi penyebab umum (Assignable Cause). Oleh karena itu, perbaikan korektif secara langsung tidak diperlukan. namun tetap diperlukan monitoring berkelanjutan untuk memastikan bahwa proses tetap berada dalam batas kendali dan untuk mendeteksi sedini mungkin jika terjadi pergeseran kecil pada tingkat kecacatan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dengan peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA), dapat disimpulkan bahwa proses produksi manufaktur berada dalam kondisi yang terkendali secara statistik. Semua nilai EWMA (Z_i) berada di dalam batas kontrol atas (UCL) dan batas kontrol bawah (LCL), dan tidak ada titik yang melanggar batas kontrol. Selain itu, pola pergerakan data yang berubah-ubah di sekitar garis tengah (CL) tanpa menunjukkan pola khusus menunjukkan bahwa variasi yang terjadi disebabkan oleh penyebab umum (Common Cause Variation). Sebaliknya, ada beberapa titik di dekat batas kendali atas yang menunjukkan bahwa tingkat kecacatan dapat meningkat. Oleh karena itu, pemantauan terus-menerus diperlukan. Dalam penelitian ini, peta kendali EWMA terbukti dapat mendeteksi perubahan kecil dalam prosedur. Oleh karena itu, dapat menjadi alat yang andal untuk menjaga kualitas produk tetap stabil dan sebagai dasar untuk proses pengambilan keputusan pengendalian kualitas di industri manufaktur.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Statistika, Universitas Negeri Medan, atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian ini. Penulis juga mengapresiasi semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

Pendanaan

Penulis menyatakan bahwa penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga mana pun, baik dari sektor publik, komersial, maupun nirlaba..

Kontribusi Penulis

Pernyataan kontribusi penulis disusun berdasarkan Contributor Roles Taxonomy (CRediT) untuk menjelaskan peran masing-masing penulis dalam penelitian ini.

C : C onceptualization	I : I nterpretation	Vi : V isualization
M : M ethodology	R : R esources	Su : S upervision
So : S oftware	D : D ata Curation	P : P roject administration
Va : V alidation	O : Writing - O riginal Draft	Fu : F unding acquisition
Fo : F ormal analysis	E : Writing - Review & E diting	

Nama Penulis	C	M	So	Va	Fo	I	R	D	O	E	Vi	Su	P	Fu
Amalia Azzahra	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓			✓	
Clara Jocelyn Harefa		✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓		
Dwi Heri Efrilia	✓		✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓

Ketersediaan Data

Data yang mendukung hasil penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari platform Kaggle dan tersedia secara publik. Dataset tersebut dapat diakses melalui situs resmi Kaggle pada tautan yang sesuai dengan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini.

REFERESI

1. Feriaty SR, Iridiastadi H, Permana S, Sukmada U. Evaluasi Proses Produksi Menggunakan Pendekatan Statistical Process Control (SPC) Sebagai Upaya Pengendalian Produk Cacat Pada Industri Manufaktur. *J Tek Ind.* 2021;2(1):51–7.
2. Soeryono JM, Putri RK, Doğan O. Quality Control Improvement Using Statistical Process Control in Manufacturing Industry. 2025;3(1):10–7.
3. Nasution FH. Kebijakan Strategi Produksi. Medan: Undhar Press; 2020.
4. Heizer, Jay and Barry, Render. (2015). Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan. Jakarta : Salemba Empat.
5. Putri, Meylia Vivi ALSK. Analisa Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Stistical Processing Control (SPC) Di PT KLX. *J Inov.* 2022;5(2):215–22
6. Rizkar MA. Defect rate pada manufaktur: pengertian, penyebab, dan cara mengurangnya [Internet]. Leapfactor; 2023 Apr 17 [cited 2026 Apr 6]. Available from : <https://www.leapfactor.io/blog/defect-rate-pada-manufaktur-pengertian-penyebab-dan-cara-mengurangnya>
7. Amelia P, Aulia H, Anatasi F, Risca Octaviyani H. Analysis of Book Production Quality Using Ewma Control Chart: Comparison of Alpha Parameters, Trend Prediction, and Production Correlation. 2025;5(1):211–5.
8. Sonya, Herdiani ET, Tinungki GM. Perbandingan Kinerja Peta Kendali Exponentially Weighted Moving Average dan Peta Kendali Double Exponentially Weighted Moving Average dalam Pengendalian Kualitas Produksi Butsudan di PT. Maruki International Indonesia. *ESTIMASI J Stat Its Appl* [Internet]. 2025;6(1):2721–379. Available from: <http://journal.unhas.ac.id/index.php/ESTIMASI>
9. Nurfitri Imro'ah DTWH. Perbandingan Kinerja Peta Kendali Cumulative Sum Dan Peta Kendali Exponentially Weighted Moving Average. *Bimaster Bul Ilm Mat Stat dan Ter.* 2020;9(4):549–58
10. Sari AS, Aprisilia N, Fitriani Y. Teknik Pengumpulan Data dalam Penelitian Kualitatif. *Indones Res J Educ.* 2025;5(4):539–45
11. Hidayat RS. Master of Management Studies Program Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Metode Statistical Process Control (SPC) DALAM UPAYA MENGURANGI TINGKAT KECACATAN PRODUK PADA PT . GAYA PANTES SEMESTAMA. *J Manag.* 2021;3(3)

