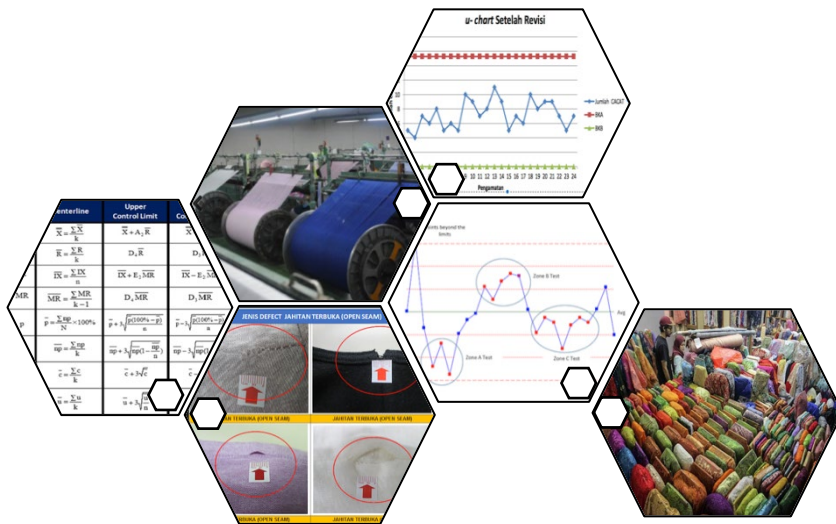


PENERAPAN PETA KENDALI *EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE* PADA DATA DEMERIT

IMPLEMENTATION OF *EXPONENTIALLY MOVING WEIGHTED AVERAGE* CONTROL CHART ON DEMERIT DATA



ALFI NUR KHAULY

H062201002



PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA
 FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
 UNIVERSITAS HASANUDDIN
 MAKASSAR
 2024

**PENERAPAN PETA KENDALI *EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING*
AVERAGE PADA DATA DEMERIT**

ALFI NUR KHAULY

H062201002



**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

PENERAPAN PETA KENDALI *EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE* PADA DATA DEMERIT

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Magister Statistika

Disusun dan diajukan oleh

ALFI NUR KHAULY
H062222002

Kepada

**PROGRAM STUDI MAGISTER STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS

PENERAPAN PETA KENDALI *EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE*
PADA DATA DEMERIT

ALFI NUR KHAULY
H0622010002

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Magister pada tanggal 9 Juli 2024 dan
dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan
ada

Program Studi Statistika
Departemen Statistika
Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pertama,


Prof. Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si.
NIP. 19620926 198702 2 001


Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.
NIP. 19750429 200003 2 001

Ketua Program Studi
Magister Statistika


Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.
NIP. 19750429 200003 2 001

Dekan Fakultas MIPA
Universitas Hasanuddin


Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.
NIP. 19720515 199702 1 002

**PERNYATAAN KEASLIAN TESIS
DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul "**Penerapan Peta Kendali *Exponentially Weighted Moving Average* pada Data Demerit**" adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing Prof. Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si, M.Si. sebagai Pembimbing Pendamping. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal (International Journal of Research (IJRP.ORG) ISSN: 2708-3578 Vol 129 Issue: `1 page 397-407, August 2023) sebagai artikel dengan judul "**Implementation Of Exponentially Weighted Moving Average Control Chart On Demerit Data For Industry**".

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 9 Juli 2024

nyatakan,



Khaily

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji hanya milik Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala* atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis. Shalawat dan salam tercurahkan kepada Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wa sallam*, keluarganya, *tabi'in, tabi'ut tabi'in*, serta orang-orang sholeh yang haq hingga kadar Allah berlaku atas diri mereka. *Alhamdulillahirobbil'aalamiin*, berkat rahmat dan kemudahan dari Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*, penulis dapat menyelesaikan tesis berjudul "Penerapan Penerapan Peta Kendali *Exponentially Weighted Moving Average* pada Data Demerit" sebagai salah satu syarat memperoleh gelar magister pada Program Studi Magister Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa penyelesaian tesis ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ibu Prof. Dr. DR. Georgina Maria Tinungki, M.Si selaku pembimbing utama dan ibu Dr. Erna Tri Herdini, S.Si., M.Si., selaku pembimbing pertama yang dengan sabar telah menyisihkan banyak waktu dan pikirannya di tengah berbagai kesibukan dan prioritasnya, selalu memberikan panduan, dorongan, motivasi, dan kemudahan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada ibu Prof. Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si., ibu Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si., dan Bapak Dr. Nirwan, M. Si., selaku tim penguji yang telah memberikan kritikan yang membangun, arahan dalam penyempurnaan penyusunan tesis ini, serta waktu yang telah diluangkan untuk penulis

Penulis haturkan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya untuk kedua orang tua penulis, Bapak H. Muhammad Ruslim dan ibu Hj. Nuryanty Sikki yang telah memberikan dukungan penuh. Adik Muhammad Rizfaq dan Ahmad Ghifari terima kasih atas dorongan dan dukungan untuk penulis, serta untuk keluarga besar penulis, terimakasih atas doa dan dukungannya selama ini. Spesial untuk sahabat penulis Arifin Hasan terima kasih atas nasehat, dukungan yang luar biasa dan kebersamaanya yang telah dilalui bersama penulis dalam menyelesaikan tesis ini. Kepada pihak-pihak yang tidak bisa penulis tuliskan satu-persatu, terimakasih atas bantuannya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam tesis ini, untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis memohon maaf.

Makassar, 9 Juli 2024



ALFI NUR KHAULY

ABSTRAK

ALFI NUR KHAULY. **Penerapan Peta Kendali *Exponentially Weighted Moving Average* pada Data Demerit** (dibimbing oleh Prof. Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki. M.Si dan Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.)

Latar Belakang. Pada umumnya, peta kendali atribut menggunakan peta kendali p , np , dan u pada saat data yang terlibat terdiri dari dua atribut. Tetapi pada saat atribut lebih dari dua, maka peta kendali demerit hadir untuk mengatasi permasalahan ini. **Tujuan.** menentukan Peta Kendali EWMA pada data Demerit yaitu pada data jumlah cacat produksi kain, menerapkan Peta Kendali EWMA pada data Demerit dalam monitoring pergeseran rata-rata yang kecil pada proses produksi kain, menentukan kinerja dari peta kendali EWMA-Demerit pada proses produksi kain. **Metode.** Adapun metode dalam penelitian ini Peta kendali *Exponentially Weighted Moving Averaged* dan Peta Kendali Demerit, Data demerit merupakan data dalam bentuk diskrit, data ini dapat digunakan dalam peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA). **Hasil.** Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) demerit, lebih sensitif dari pada peta kendali demerit, terutama pada saat nilai $\lambda = 0.3$ dan 0.5 . **Kesimpulan.** maka dapat disimpulkan bahwa peta kendali EWMA-Demerit merupakan salah satu alternatif untuk mengendalikan kecacatan per unit untuk data Demerit. Penggunaan peta kendali Demerit dapat mengindikasikan peringatan palsu, terlihat ada beberapa data yang out of control dari batas kendali, hal ini mengindikasikan bahwa proses yang terjadi tidak dalam keadaan baik. Sedangkan berdasarkan peta kendali EWMA-Demerit setelah dilihat nilai $\lambda = 0,5$ dan $0,3$ proses yang terlihat dalam keadaan baik

Kata Kunci: Peta Kendali, Peta kendali, Exponentially Weighted Moving Average

ABSTRACT

ALFI NUR KHAULY. *Implementation Of Exponentially Moving Weighted Average Control Chart On Demerit Data* (supervised by Prof. Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki. M.Si dan Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si)

Background. In general, attribute control charts use p, np, and u control charts when the data involved consists of two attributes. But when there are more than two attributes, the demerit control chart is present to overcome this problem. **Objectives.** determining the EWMA Control Map on Demerit data, namely data on the number of defects in fabric production, applying the EWMA Control Map to Demerit data in monitoring small average shifts in the fabric production process, determining the performance of the EWMA-Demerit control chart in the fabric production process. **Method.** The methods in this research are Exponentially Weighted Moving Averaged control charts and Demerit Control Charts. Demerit data is data in discrete form, this data can be used in Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) control charts. **Results.** The results of this research show that the Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) demerit control chart is more sensitive than the demerit control chart, especially when the value of $\lambda = 0.3$ and 0.5 . **Conclusion.** So it can be concluded that the EWMA-Demerit control chart is an alternative for controlling defects per unit for Demerit data. The use of a Demerit control chart can indicate a false warning, it can be seen that there is some data that is out of control from the control limits, this indicates that the process is not in good condition. Meanwhile, based on the EWMA-Demerit control chart, after looking at the values of $\lambda = 0.5$ and 0.3 , the process appears to be in good condition. $\lambda = 0.3$ and 0.5

Keywords: Control Chart, Demerit system, Exponentially Weighted Moving Average

DAFTAR ISI

PENERAPAN PETA KENDALI *EXPONENTIALLY WEIGHTED MOVING AVERAGE* PADA DATA DEMERIT

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN PENGAJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	1
UCAPAN TERIMA KASIH.....	2
ABSTRAK.....	2
ABSTRACT	3
BAB I.....	6
PENDAHULUAN	6
1.1 Latar Belakang	6
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Batasan Masalah.....	8
1.5 Manfaat Penelitian	8
1.6 Kajian Teori	8
1.6.1 Distribusi Peluang Diskrit	8
1.6.2 Ekspektasi dan Variansi.....	8
1.6.3 Peta Kendali	9
1.6.4 Peta kendali Atribut	10
1.6.5 Peta Kendali Demerit.....	12
1.6.6 Peta Kendali Exponentially Weighted Moving Average.....	14
BAB II.....	19
METODE PENELITIAN	19
2.1 Sumber Data.....	19
2.2 Metode Analisis.....	20
BAB III.....	21
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
3.1 Membangun Peta Kendali Exponentially Weight Moving Average-pada data Demerit.....	21
3.2 Membangun Peta Kendali Demerit.....	26
3.3 Studi Kasus pada Data Demerit Produk Cacat Kain di Pt. Unitex Tbk.....	28

BAB V PENUTUP.....	33
4.1 Kesimpulan.....	33
4.2 Saran.....	33
LAMPIRAN	

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengendalian kualitas merupakan aktivitas pengendalian proses untuk mengukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkan dengan spesifikasi tertentu, dan mengambil tindakan yang sesuai apabila terdapat perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dengan standar yang ditentukan. Pengendalian kualitas sangat dibutuhkan dalam proses produksi untuk menjaga kestabilan suatu produk. Selain harus memenuhi standar yang telah ditetapkan, suatu produksi juga harus memenuhi syarat untuk digunakan oleh konsumen nantinya. Adanya aplikasi ilmu statistik yang membantu menjawab permasalahan kualitas produksi, yaitu pengendalian kualitas statistik (*statistical quality control*) (Elmas, 2017). Tujuannya menyelidiki dengan cepat terjadinya sebab-sebab terduga atau pergeseran proses sedemikian hingga penyelidikan terhadap proses itu dan tindakan pembetulan dapat dilakukan sebelum terlalu banyak unit yang tak sesuai untuk diproduksi.

Pengendalian kualitas produk, perbaikan, dan pemantauan proses produksi dilakukan dengan menggunakan suatu alat bantu yang dinamakan control chart/bagan kendali. Bagan kendali dapat diklasifikasikan menjadi dua tipe umum. Apabila karakteristik kualitas dapat diukur dan dinyatakan dalam bilangan, ini biasanya dinamakan peta kendali (*variable*), sedangkan karakteristik kualitas yang tidak dapat diukur dengan skala kuantitatif dinamakan peta kendali (*atribut*) Peta kendali Demerit untuk memonitoring dari jumlah bobot dari banyaknya cacat pada setiap kategori. Penjelasan tentang peta kendali Demerit ini dapat dimuat juga dalam (Putri R & Aksioma, 2019). Peta kendali Demerit diasumsikan bahwa dalam kategori yang berbeda. Pengendalian kualitas yang sesuai yaitu peta kendali Demerit atau *classical Demerit control chart* (CDCC) (Putri R & Aksioma, 2018).

Beberapa penelitian tentang peta kendali demerit telah dilakukan, salah satunya oleh (Septilasse, Rebeka Norcaline. Goejantoro, Rito. Wahyuningsih, 2020), mereka membandingkan peta kendali demerit dan *fuzzy u* pada kecacatan produk kayu lapis menunjukkan bahwa peta kendali demerit lebih teliti untuk mengetahui produk yang out of control dibandingkan dengan peta kendali fuzzy u. Selanjutnya (Nasruddin, 2023) mengatakan peta kendali residual dan peta kendali MCD sama unggulnya dalam mengatasi data autoklasi pada peta kendali demerit dimana sama-sama terdapat 4 out of control atau 4 titik yang mengindikasikan adanya masalah proses produksi yang tidak dapat diatasi oleh perusahaan.

Peta kendali demerit digunakan untuk mengadakan pengujian terhadap kualitas proses produksi dengan mengetahui jumlah kecacatan per satu unit produk sebagai sampelnya, dengan ukuran unit bervariasi. Jumlah kecacatan per unit saling independent antar waktu pengamatan yang satu dengan waktu pengamatan yang lain. Dalam hal ini akan muncul suatu permasalahan, bagaimana jika dalam suatu proses memberikan jumlah kecacatan per unit antar pengamatan saling berkorelasi dari waktu ke waktu, yang biasa di sebut dengan data *time series* (Usmalianti, 2011), maka diperlukan sebuah usaha untuk memperoleh peta kendali lain yang lebih

sesuai untuk data tersebut, peta kendali yang sesuai dengan permasalahan di atas yaitu peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) yang dapat mengatasi data jumlah kecacatan per unit inspeksi antar pengamatan yang Saling berkorelasi dari waktu ke waktu. Peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) merupakan alternatif yang digunakan dalam pengontrolan pada pergeseran-pergeseran nilai pada suatu proses (AFGANI, 2021).

Berdasarkan penelitian terdahulu (Nurkomara et al., 2016) melakukan penelitian tentang analisis pengendalian terhadap perubahan atau pergeseran tingkat kejernihan gula. Metode yang digunakan untuk mengetahui pergeseran besar dan kesesuaian standar perusahaan dengan peta kendali \bar{X} dan R , dan untuk mengetahui pergeseran secara kecil menggunakan metode peta kendali EWMA. Selanjutnya (Setyorini & Surjanto, 2023) menggunakan perbandingan kinerja peta kendali CUSUM dan EWMA dari hasil penelitian didapat kesimpulan bahwa peta kendali EWMA lebih efektif dari pada peta kendali CUSUM dalam mendeteksi adanya pergeseran rata-rata yang relatif kecil pada produksi wajan nomor 18 di CV.XYZ.

Montgomery menuliskan bahwa, untuk perubahan data yang kecil menggunakan peta kendali EWMA, pada tugas akhir ini maka di aplikasikan data demerit pada peta kendali EWMA, hal ini telah dilakukan oleh (Rifqi & Noviana, 2019), oleh karena itu pada tugas akhir ini akan dibahas peta kendali demerit dan peta kendali EWMA-Demerit. Maka dari itu penulis menyusunnya dalam suatu penelitian dengan judul "Penerapan Peta Kendali Exponentially Wheighted Moving Average pada Data Demerit".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana caranya menentukan peta kendali EWMA pada data Demerit yaitu data jumlah cacat produksi kain
2. Bagaimana penerapan Peta Kendali EWMA pada data Demerit dalam monitoring pergeseran rata-rata yang kecil pada proses produksi kain.
3. Bagaimana menentukan kinerja dari peta kendali EWMA-Demerit pada proses produksi kain.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang akan diselesaikan, maka tujuan yang akan dicapai dalam penetician ini adalah:

1. Menentukan Peta Kendali *EWMA pada data* Demerit yaitu pada data jumlah cacat produksi kain
2. Menerapkan Peta Kendali *EWMA pada data* Demerit dalam monitoring pergeseran rata-rata yang kecil pada proses produksi kain.
3. Menentukan kinerja dari peta kendali EWMA-Demerit pada proses produksi kain.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah dan tujuan penelitian, batasan masalahnya adalah Data yang digunakan adalah data cacat produksi dari PT. Unitex Tbk bagian *weaving* (Penenunan) berdasarkan inspeksi bulanan mulai Januari – Desember tahun 2018.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Memberikan manfaat khususnya bidang statistika untuk memperoleh pengetahuan mengenai metode pengendalian kualitas, yaitu peta kendali *Mixed EWMA-Demerit*.
2. Sebagai bahan masukan dan saran kepada pihak perusahaan dalam menentukan rancangan pengendalian kualitas sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas produk.

1.6 Kajian Teori

1.6.1 Distribusi Peluang Diskrit

Distribusi peluang variabel acak menggambarkan bagaimana suatu peluang didistribusikan terhadap nilai-nilai dari variabel acak tersebut. Himpunan pasangan terurut $(x, p(x))$ merupakan suatu fungsi peluang, fungsi massa peluang atau distribusi peluang variabel acak diskrit X jika untuk setiap kemungkinan hasil x :

1. $p(x) \geq 0$
2. $\sum p(x) = 1$
3. $P(X = x) = p(x)$ (Wu et al., 1995)

1.6.2 Ekspektasi dan Variansi

Ekspektasi atau rata-rata dari suatu variabel acak X didefinisikan sebagai $E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x f_X(x) dx$, jika X kontinu mutlak dengan fungsi kepadatan peluang $f_X(x)$ dan $E[X] = \sum x_i p_x(x_i)$, jika X diskrit dengan fungsi peluang $p_x(x)$ (Susanti et al., 2020).

Misalkan X suatu variabel acak diskrit dengan fungsi massa peluang $p_x(x)$ dan c adalah suatu konstanta. Misalkan $g(x), g_1(x)$, dan $g_2(x)$, fungsi dari X yang memiliki ekspektasi, maka:

$$E[c] = c;$$

$$E[cg(X)] = cE[g(X)]$$

$$E[g_1(X) + g_2(X)] = E[g_1(X)] + E[g_2(X)] \text{ (Dudewicz dan Mishra, 1995)}$$

Variansi dimisalkan X suatu variabel acak dengan fungsi distribusi $F(x)$. momen pusat ke n dari X (bila nilai ekspektasi ini ada) adalah $\mu_n = E[X - E[X]]^n$. Variansi variabel acak X adalah $\sigma_X^2(X) = E[X^2] - E[X]^2$ (Walpole dan Myers, 1995).

1.6.3 Peta Kendali

Untuk menentukan suatu proses berada dalam kendali secara statistik, digunakan suatu alat yang disebut sebagai peta kendali (*control chart*). Secara umum peta kendali diklasifikasikan ke dalam dua tipe. Pertama, peta kendali variabel yaitu apabila karakteristik kaulitas dapat diukur dan dinyatakan dalam bilangan. Kedua, peta kendali atribut (sifat) menurut Besterfield (Hasari, 2021) yaitu apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan, misalnya goresan, kesalahan, warna, atau ada bagian yang hilang. Selain itu, atribut digunakan apabila pengukuran dapat dibuat tetapi tidak dibuat karena alasan waktu, biaya, atau kebutuhan.

Secara umum model peta kendali dirumuskan sebagai berikut:

$$UCL = \mu_w + k\sigma_w$$

$$CL = \mu_w$$

$$LCL = \mu_w - k\sigma_w \tag{1}$$

Di mana

UCL : batas kendali atas (*upper control line*)

CL : garis tengah (*center line*)

LCL : batas kendali bawah (*lower control line*)

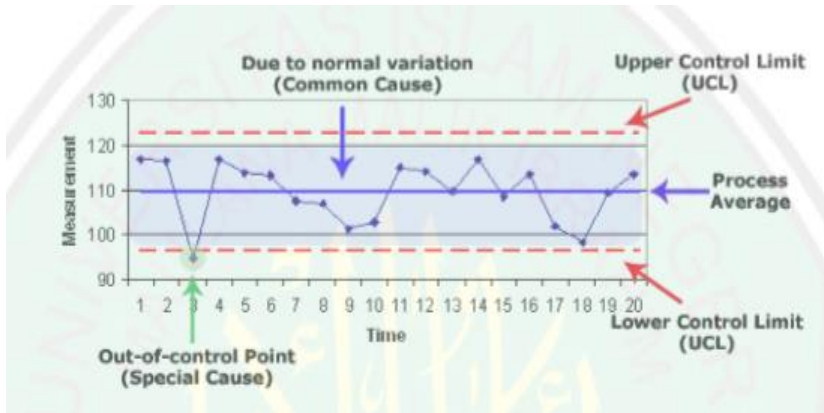
w : statistik sampel yang digunakan sebagai ukuran karakteristik kualitas proses produksi

k : jarak batas kendali dari garis tengah yang dinyatakan dalam unit standar deviasi

σ_w : standar deviasi dari w

μ_w : *mean* dari w

Teori umum peta kendali ini pertama kali ditemukan oleh Dr. Walter A. Shewart, dan peta kendali yang dikembangkan menurut asas-asas seringkali dinamakan grafik pependali *Shewart* (E.W et al., 2021).



Gambar 2.1 Contoh Peta Kendali Statistik

(Sumber:(Yunita et al., 2020))

Pada contoh peta kendali statistik di atas, sumbu Y menunjukkan nilai karakteristik kualitas yang diukur. Sedangkan X menunjukkan waktu dan nomor pengamatan. Garis biru yang berada di tengah merupakan garis tengah (CL) yang menunjukkan besar nilai rata-rata karakteristik kualitas yang diukur. Garis merah merupakan batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL) peta kendali. Titik-titik yang dihubungkan oleh garis adalah statistic sampel yang diukur karakteristik kualitasnya terhadap waktu atau nomor pengamatan tersebut.

Dari **Gambar 2.1** di atas, selama titik-titik terletak di dalam batas-batas Kendali, proses dianggap dalam keadaan terkendali secara statistik dan tidak perlu tindakan apapun. Tetapi jika ada satu titik yang terletak di luar batas kendali (di bawah LCL atau di atas UCL), maka hal ini sebagai indikasi bahwa proses tidak terkendali dan diperlukan penyelidikan atau perbaikan untuk mengetahui dan menghilangkan sebab yang menyebabkan tingkah laku itu.

1.6.4 Peta kendali Atribut

Data Atribut (*Attributes Data*) merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencacatan dan analisis. Atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan, missal goresan, kesalahan, warna, atau ada bagian yang hilang (Parung et al., 2021). Selain itu, atribut digunakan apabila pengukuran dapat dibuat tetapi tidak dibuat karena alasan waktu, biaya, atau kebutuhan.

Secara umum, peta kendali atribut yang digunakan dalam SPC terbagi menjadi dua kategori, yaitu:

- a. Meliputi peta kendali yang focus pada proporsi ketidaksesuaian. Peta kendali untuk proporsi dari item ketidaksesuaian (*P-chart*) dan peta kendali untuk jumlah item ketidaksesuaian (*NP-chart*). Kedua grafik di atas berdasarkan pada distribusi Binomial.

- b. Meliputi peta kendali yang berfokus pada jumlah kecacatan dalam suatu produk. Peta kendali untuk jumlah total kecacatan dari suatu unit produk (*C-chart*) dan peta kendali untuk jumlah kecacatan per unit (*U-chart*) yang digunakan pada situasi ukuran unit produk bervariasi. Kedua grafik di atas berdasarkan pada distribusi *Poisson*.

Sesuai dengan Batasan masalah yang telah disampaikan dalam pendahuluan, akan dibahas mengenai peta kendali untuk jumlah kecacatan per unit (*U-chart*). Peta kendali ini digunakan untuk mengadakan pengujian terhadap kualitas proses produksi dengan mengetahui jumlah kecacatan pada satu unit produk sebagai sampelnya, dimana ukuran unit produk bervariasi. Contohnya, mengetahui jumlah kesalahan pemasangan sekrup pada sayap pesawat, dan sebagainya.

Untuk membangun peta kendali U ini terlebih dahulu diketahui jumlah kecacatan untuk beberapa unit inspeksi (c) yang digunakan untuk mengukur jumlah kecacatan per unit inspeksi (u) dalam kelompok pengamatan (*subgroup*), yang memiliki ukuran unit inspeksi yang bervariasi. Jika diperoleh c adalah jumlah kecacatan untuk beberapa unit inspeksi sebanyak n buah sampel, maka jumlah kecacatan per unit inspeksi adalah:

$$u_i = \frac{c_i}{n_i} \quad (2)$$

dimana

c_i : jumlah cacat

n_i : ukuran sampel per unit

u_i : cacat per unit

sehingga \bar{u} pada peta kendali u di tentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i}{\sum_{i=1}^n n_i} \quad (3)$$

sehingga diperoleh batas kendali untuk peta kendali u adalah

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$CL = \bar{u}$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} \quad (4)$$

dimana

\bar{u} : garis tengah peta kendali u

n : jumlah keseluruhan sampel

Produk yang cacat pada proses produksi terdapat beberapa macam kecacatan oleh sebab itu perlu dilakukan pembobotan pada tiap kelas kecacatan itu peta kendali demerit memberikan bobot yang berbeda untuk tiap kelas kecacatan.

1.6.5 Peta Kendali Demerit

Peta kendali statistika merupakan teknik membuat grafik statistik yang nilainya diukur berdasarkan hasil plot karakteristik kualitas tertentu. Diagram kontrol digunakan untuk mengetahui apakah proses berada dalam kendali statistik atau tidak (Elmas, 2017). Beberapa Peta kendali statistika yang digunakan dalam penelitian salah satunya adalah Peta kendali Demerit.

Peta kendali Demerit digunakan apabila data atribut telah diklasifikasikan menjadi beberapa tingkat kecacatan. Tidak semua jenis kecacatan yang dapat terjadi dalam sebuah produk dikategorikan menjadi kecacatan yang penting. Sebuah unit produk mempunyai jenis kecacatan yang memungkinkan untuk diklasifikasikan sebagai produk yang cacat, namun terkadang sebuah produk juga dapat dikategorikan sebagai produk tidak cacat karena memiliki beberapa cacat jenis minor. Pada kondisi seperti ini dibutuhkan metode yang mengklasifikasikan produk cacat berdasarkan tingkat keparahan dari berbagai jenis cacat dengan cara yang beralasan.

Berikut beberapa jenis tingkat kecacatan dikategorikan menjadi beberapa kelas menurut tingkat kepentingan kecacatannya (Ramadhani & Nurdibyanandaru, 2014). Pola cacat produk secara umum berdasarkan bobot cacatnya dapat diberikan sebagai berikut (Putri R & Aksioma, 2018).

1. Cacat kelas A (*Very Serious*), yaitu unit secara keseluruhan memiliki kecacatan yang tidak akan mudah diperbaiki, selain itu cacat pada unit ini, akan menyebabkan luka perseorangan atau kerusakan property.
2. Cacat kelas B (*Serious*), yaitu unit akan meningkatkan biaya perawatan dan bisa mengalami cacat operasional kelas A sehingga mengurangi daya hidup produk.
3. Cacat kelas C (*Moderately Serious*), yaitu unit yang kemungkinan akan menyebabkan kegagalan dalam pelayanan, atau menimbulkan masalah yang tidak terlalu serius dibandingkan kegagalan operasional.
4. Cacat D (Minor), yaitu unit memiliki ketidaksempurnaan dalam bentuk akhir, penampilan atau kualitas pekerjaan sehingga tidak akan menyebabkan kegagalan dalam pelayanan

Di mana c_A , c_B , c_C , dan c_D merupakan jumlah cacat untuk masing-masing kelas A, B, C dan D serta w_A , w_B , w_C , dan w_D masing-masing menunjukkan bobot cacat pada masing-masing kategori kelas cacat, yaitu :

w_A adalah bobot cacat pada kategori A

w_B adalah bobot cacat pada kategori B

w_C adalah bobot cacat pada kategori C

w_D adalah bobot cacat pada kategori D

Setelah itu dilanjutkan dengan menghitung jumlah cacat terboboti untuk masing-masing subgroup pengamatan menggunakan persamaan berikut.

$$d_i = w_A c_{iA} + w_B c_{iB} + w_C c_{iC} + w_D c_{iD} ; i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Nilai rata-rata cacat per unit pemeriksaan (u_i) untuk masing-masing subgroup pengamatan yang berjumlah n subgroup diperoleh dengan cara membagi jumlah cacat terboboti untuk masing-masing subgroup (D_i), dengan banyaknya sampel pada subgroup pengamatan (n_i) tersebut, dimana rumus yang digunakan di bawah ini.

$$U_i = \frac{D_i}{n_i}; i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Dengan

$$D = \sum_{i=1}^n D_i \quad (7)$$

Dengan mengasumsikan (\bar{U}) sebagai kombinasi linear dari peubah acak *poisson* yang saling bebas

$$\begin{aligned} \mu_u &= E(U_i) = E\left(\frac{D}{n}\right), \\ &= \frac{1}{n} E(D), \\ &= \frac{1}{n} E\left(\sum_{i=1}^n D_i\right), \\ &= \frac{1}{n} E\left(\sum_{i=1}^n (w_A c_{iA} + w_B c_{iB} + w_C c_{iC} + w_D c_{iD})\right), \\ &= \frac{1}{n} E\left(\sum_{i=1}^n w_A c_{iA} + \sum_{i=1}^n w_B c_{iB} + \sum_{i=1}^n w_C c_{iC} + \sum_{i=1}^n w_D c_{iD}\right), \\ &= (w_A E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_{iA}\right) + w_B E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_{iB}\right) + w_C E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_{iC}\right) + w_D E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_{iD}\right)), \end{aligned}$$

$$\mu_u = E(U_i) = w_A \bar{u}_A + w_B \bar{u}_B + w_C \bar{u}_C + w_D \bar{u}_D \quad (8)$$

Dengan:

$$\bar{u}_A = E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_{iA}\right), \quad \bar{u}_C = E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_{iC}\right),$$

$$\bar{U}_B = E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_{iB}\right), \quad \bar{U}_D = E\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_{iD}\right).$$

Merupakan nilai rata-rata kecacatan per unit untuk setiap kelas maka variansi dari U adalah

$$\begin{aligned} \text{var}(U) &= \text{var}\left(\frac{D}{n}\right) \\ &= \text{Var}\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i\right) \\ &= \text{var}\left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (w_A c_{iA} + w_B c_{iB} + w_C c_{iC} + w_D c_{iD})\right] \\ &= \text{var}\left(\frac{w_A c_{iA}}{n}\right) + \text{var}\left(\frac{w_B c_{iB}}{n}\right) + \text{var}\left(\frac{w_C c_{iC}}{n}\right) + \text{var}\left(\frac{w_D c_{iD}}{n}\right) \\ &= \frac{1}{n^2} (\text{var}(w_A c_{iA}) + \text{var}(w_B c_{iB}) + \text{var}(w_C c_{iC}) + \text{var}(w_D c_{iD})) \\ \text{var}(U) &= \frac{1}{n^2} (w_A^2 \text{var}(c_{iA}) + w_B^2 \text{var}(c_{iB}) + w_C^2 \text{var}(c_{iC}) + w_D^2 \text{var}(c_{iD})) \\ \text{var}(U) &= \frac{1}{n^2} (w_A^2 \bar{U}_A + w_B^2 \bar{U}_B + w_C^2 \bar{U}_C + w_D^2 \bar{U}_D) \quad (9) \\ \text{var}(U_i) &= \sigma_u^2 = \frac{w_A^2 \bar{U}_A + w_B^2 \bar{U}_B + w_C^2 \bar{U}_C + w_D^2 \bar{U}_D}{n} \end{aligned}$$

sehingga simpangan baku dari (U) adalah

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{w_A^2 \bar{U}_A + w_B^2 \bar{U}_B + w_C^2 \bar{U}_C + w_D^2 \bar{U}_D}{n}} \quad (10)$$

1.6.6 Peta Kendali *Exponentially Weighted Moving Average*

Peta kendali EWMA adalah peta kendali yang digunakan untuk memonitoring data atribut maupun data variabel EWMA didefinisikan sebagai berikut [1]:

$$Y_i = \lambda X_i + (1 - \lambda)Y_{i-1}; i = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

dimana:

Y_i = nilai EWMA pada waktu ke- i

X_i = nilai pengamatan pada waktu ke- i

λ = parameter pembobot dengan $0 < \lambda < 1$

n = banyaknya pengamatan

Ketika $i = 1$ maka $Z_{i-1} = Z_{1-1} = Z_0$ di mana Z_0 merupakan nilai awal yang digunakan untuk mendapatkan nilai EWMA pada sampel pertama. Nilai Z_0 dapat berasal dari nilai rata-rata hasil pengamatan, yaitu (Montgomery, 1990):

$$Z_0 = \bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (12)$$

Persamaan (2.25) dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z_i &= \lambda Y_i + (1 - \lambda)Z_{i-1}, \\ &= \lambda Y_i + (1 - \lambda)Y_0. \end{aligned}$$

Untuk $i = 2$, maka

$$\begin{aligned} Z_2 &= \lambda Y_2 + (1 - \lambda)Y_{2-1} \\ &= \lambda Y_2 + (1 - \lambda)Y_1 \\ &= \lambda Y_2 + (1 - \lambda)[\lambda Y_1 + (1 - \lambda)Z_0], \\ &= \lambda Y_2 + \lambda(1 - \lambda)Y_1 + (1 - \lambda)^2 Y_0 \end{aligned}$$

Untuk $i = 3$, maka

$$\begin{aligned} Z_3 &= \lambda Y_3 + (1 - \lambda)Y_{3-1} \\ &= \lambda Y_3 + (1 - \lambda)Y_2 \\ &= \lambda Y_3 + (1 - \lambda)[\lambda Y_2 + \lambda(1 - \lambda)Y_1 + (1 - \lambda)^2 Z_0] \\ &= \lambda Y_3 + \lambda(1 - \lambda)Y_2 + \lambda(1 - \lambda)^2 Y_1 + (1 - \lambda)^3 Z_0, \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n$ diperoleh bentuk matematika sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Z_i &= \lambda Y_i + \lambda(1 - \lambda)X_{i-1} + \lambda(1 - \lambda)^2 X_{i-2} + \dots + \lambda(1 - \lambda)^{i-2} Y_2 \\ &\quad + \lambda(1 - \lambda)^{i-1} Y_1 + (1 - \lambda)^i Z_0 \end{aligned} \quad (13)$$

Persamaan (13) dapat di sederhanakan sebagai berikut:

$$Z_i = \lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j X_{i-j} + (1 - \lambda)^i Z_0 \quad (14)$$

Berdasarkan uraian di atas, dapat dilihat terdapat pergerakan average untuk setiap i . Selain itu, pada persamaan (2.26) terlihat bobot menurun secara eksponensial dari mean *subgrup* sebelumnya ke mean subgroup terbaru, yaitu $\lambda(1 - \lambda)^0, \lambda(1 - \lambda)^1, \lambda(1 - \lambda)^2, \dots, \lambda(1 - \lambda)^{i-2}, \lambda(1 - \lambda)^{i-1}$. Pada Z_i terdapat pergerakan mean serta bobot yang mengalami perubahan eksponensial, sehingga Z_i disebut *exponential weight moving average* (EWMA).

Montgomery (2009) menyebutkan bahwa EWMA memiliki nilai mean dan variansi. Nilai mean dari peta kendali EWMA merupakan hasil dari ekspektasi Z_i dengan nilai mean yang diharapkan adalah nilai Z_0 .

$$\begin{aligned}
 E[Z_i] &= E \left[\lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^j Y_{i-j} + (1-\lambda)^i Z_0 \right] \\
 &= E \left[\lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^j Y_{i-j} \right] + E[(1-\lambda)^i Z_0] \\
 &= \lambda E[Y_i + (1-\lambda)^1 Y_{i-1} + (1-\lambda)^2 Y_{i-2} + (1-\lambda)^3 Y_{i-3} + \dots + (1-\lambda)^{i-1} Y_1] \\
 &\quad + (1-\lambda)^i Z_0 \\
 &= \lambda(E[Y_i] + E[(1-\lambda)^1 Y_{i-1}] + E[(1-\lambda)^2 Y_{i-2}] + E[(1-\lambda)^3 Y_{i-3}] + \dots \\
 &\quad + E[(1-\lambda)^{i-1} Y_1]) + (1-\lambda)^i Z_0 \\
 &= \lambda(E[X_i] + (1-\lambda)^1 E[Y_{i-1}] + (1-\lambda)^2 E[Y_{i-2}] + (1-\lambda)^3 E[Y_{i-3}] + \dots + E(1-\lambda)^{i-1} [Y_i]) + (1-\lambda)^i Z_0 \tag{15}
 \end{aligned}$$

Untuk setiap sampel, nilai harapan merupakan nilai Z_0 atau secara matematis berarti untuk setiap sampel i , dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$, maka $E[Y_i] = Z_0$. Sehingga diperoleh $E[Y_1] = E[Y_2] = \dots = E[Y_1] = E[Y_n] = Z_0$. Selanjutnya menjadi:

$$\begin{aligned}
 E[Z_1] &= \lambda\{Z_0 + (1-\lambda)^1 Z_0 + (1-\lambda)^2 Z_0 + (1-\lambda)^3 Z_0 + \dots + (1-\lambda)^{i-1} Y_0\} + (1-\lambda)^i Y_0 \\
 &= \lambda(1 + (1-\lambda)^1 + (1-\lambda)^2 + (1-\lambda)^3 + \dots + (1-\lambda)^{i-1}) Y_0 + (1-\lambda)^i Y_0 \tag{2.29}
 \end{aligned}$$

$(1 + (1-\lambda)^1 + (1-\lambda)^2 + (1-\lambda)^3 + \dots + (1-\lambda)^{i-1})$ pada persamaan (16) membentuk deret geometri dengan nilai awal $a = 1$, $r = (1-\lambda)$, dan $n = 1$ sehingga diperoleh:

$$\begin{aligned}
 s_n &= \frac{a(1-r^n)}{(1-r)}, 0 < r < 1 \\
 \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^j &= \frac{1(1-(1-\lambda)^i)}{1-(1-\lambda)} \\
 &= \frac{1(1-(1-\lambda)^i)}{\lambda} \tag{17}
 \end{aligned}$$

Subtitusikan persamaan (2.30) ke persamaan (2.29) diperoleh:

$$\begin{aligned}
 E[Z_i] &= \lambda(1 + (1-\lambda)^1 + (1-\lambda)^2 + (1-\lambda)^3 + \dots + (1-\lambda)^{i-1}) Z_0 + (1-\lambda)^i Z_0 \\
 &= \lambda Z_0 \left[\frac{(1-(1-\lambda)^i)}{\lambda} \right] + (1-\lambda)^i Z_0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= Z_0(1 - \lambda)^i \\
&+ (1 - \lambda)^i Z_0 \\
&= Z_0 - Z_0(1 - \lambda)^i + (1 - \lambda)^i Z_0 \\
&= Z_0
\end{aligned} \tag{18}$$

Sehingga nilai *mean* dari EWMA adalah Z_0 . Setelah memperoleh nilai *mean* dari EWMA, selanjutnya menentukan nilai variansi dari EWMA

$$\begin{aligned}
\sigma_{Z_i}^2 &= \text{var}(Z_i) \\
&= \text{var}(\lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j Y_{i-j} + (1 - \lambda)^i Z_0) \\
&= \text{var}(\lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j Y_{i-j}) + \text{var}((1 - \lambda)^i Z_0) + 2\text{cov}(\lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j Y_{i-j}, (1 - \lambda)^i Z_0)
\end{aligned} \tag{19}$$

karena c adalah konstanta maka $\text{var}(C) = 0$ sehingga $\text{var}((1 - \lambda)^i Z_0) = 0$ dan karena setiap Y_i dengan $i = 1, 2, 3, \dots, n$ diasumsikan independen, maka $\text{cov}(\lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j Y_{i-j}, (1 - \lambda)^i Z_0) = 0$, sehingga persamaan (20) dapat ditulis menjadi:

$$\begin{aligned}
\sigma_{Y_i}^2 &= \text{var}(\lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j Y_{i-j}) + 0 + 2(0) \\
&= \text{var}(\lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j Y_{i-j}) \\
&= \lambda^2 \text{var}(\sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j Y_{i-j}) \\
&= \lambda^2 (\sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^{2j} \text{var}(Y_{i-j})) \\
&= \lambda^2 (\sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^{2j} \sigma_{Y_i}^2)
\end{aligned} \tag{20}$$

Persamaan (2.32) di atas dapat dilihat bahwa terdapat bentuk $\sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^{2j}$ yang merupakan bentuk deret geometri dengan nilai awal $a = 1$, $r = (1 - \lambda)^2$ dan $n = i$, maka diperoleh

$$\begin{aligned}
S_n &= \frac{a(1-r^n)}{(1-r)} \\
&= \frac{1(1-(1-\lambda)^2)^{2i}}{1-(1-\lambda)^2} \\
&= \frac{(1-(1-\lambda)^2)^{2i}}{1-(1-2\lambda+\lambda^2)} \\
&= \frac{1-(1-\lambda)^{2i}}{2\lambda-\lambda^2}
\end{aligned} \tag{21}$$

Substitusi persamaan (2.33) ke persamaan (2.32), maka diperoleh:

$$\sigma_{Z_1}^2 = \lambda^2 \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^{2j} \sigma_{Y_i}^2$$

$$= \lambda^2 \sigma_{Y_1}^2 \left[\frac{1-(1-\lambda)^{2i}}{2\lambda-\lambda^{2i}} \right]$$

$$= \lambda \sigma_{Y_1}^2 \left[\frac{1-(1-\lambda)^{2i}}{2-\lambda} \right]$$

Jika dimisalkan $\sigma_{Y_1}^2 = \sigma^2$ maka variansi dari EWMA adalah sebagai berikut:

$$\sigma_{Z_1}^2 = \frac{\lambda \sigma^2 (1-(1-\lambda)^{2i})}{2-\lambda} \quad (22)$$

Batas Kendali peta kendali EWMA yaitu UCL dan LCL sebagai berikut:

$$UCL = Z_0 + L \sigma_{Z_i}$$

$$= Z_0 + L \sqrt{\frac{\lambda \sigma^2 (1-(1-\lambda)^{2i})}{2-\lambda}}$$

$$= Z_0 + L \sigma \sqrt{\frac{\lambda (1-(1-\lambda)^{2i})}{2-\lambda}} \quad (23)$$

$$LCL = Z_0 - L \sigma_{Z_i}$$

$$= Z_0 - L \sqrt{\frac{\lambda \sigma^2 (1-(1-\lambda)^{2i})}{2-\lambda}}$$

$$= Z_0 - L \sigma \sqrt{\frac{\lambda (1-(1-\lambda)^{2i})}{2-\lambda}} \quad (24)$$

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari penelitian (Viana, 2019) data yang digunakan merupakan data cacat produksi kain dari PT. Unitex Tbk bagian *weaving* (penenunan) berdasarkan inspeksi bulanan mulai Januari-Desember 2018. Data cacat produk kain dapat dilihat pada Lampiran 1.

2.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 4 yang menunjukkan data dengan ukuran sampel berbeda yang diambil dari bulan Januari-Desember pada tahun 2018 pada kecacatan

2.3 Struktur Data

Struktur data yang digunakan berdasarkan sampel (n) dan pengamatan untuk masing-masing kelas cacat produk dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3.1 produksi bagian penenunan.

Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian

Subgroup	Kategori Cacat				Demerit	U_i	Y_i
(i)	n	A	B	C	D	(D_i)	
1	n_1	c_{1A}	c_{1B}	c_{1C}	c_{1D}	D_1	U_1 Y_1
2	n_2	c_{2A}	c_{2B}	c_{2C}	c_{2D}	D_2	U_2 Y_2
3	n_3	c_{3A}	c_{3B}	c_{3C}	c_{3D}	D_3	U_3 Y_3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	n_i	n_{iA}	n_{iB}	n_{iC}	n_{iD}	D_i	U_i Y_i
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
m	n_m	c_{mA}	c_{mB}	c_{mC}	c_{mD}	D_m	U_m Y_m
Jumlah	$\sum_{i=1}^m n_i$	$\sum_{i=1}^m c_{iA}$	$\sum_{i=1}^m c_{iB}$	$\sum_{i=1}^m c_{iC}$	$\sum_{i=1}^m c_{iD}$		
Rata-Rata		\bar{U}_A	\bar{U}_B	\bar{U}_C	\bar{U}_D		

Keterangan:

c_{iA} = Jumlah cacat kategori sangat kritis pada pengamatan ke i

c_{iB} = Jumlah cacat kategori kritis pada pengamatan ke i

c_{iC} = Jumlah cacat kategori mayor pada pengamatan ke i

c_{iD} = Jumlah cacat kategori minor pada pengamatan ke i

D_i = Jumlah cacat yang telah dilakukan pembobotan pengamatan ke i

U_i = Jumlah rata-rata cacat per unit pada pengamatan ke i

Y_i = dengan $j = 1, 2, \dots, m$

2.4 Metode Analisis

Langkah-langkah analisis yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Membangun peta kendali *exponentially weight moving average* (EWMA) pada data cacat kain.
2. Menghitung demerits per unit dari setiap pengamatan. Kemudian menghitung batas kendali untuk grafik pengendali demerits
3. Menggambarkan grafik pengendali demerits
4. Menghitung nilai Y dari setiap pengamatan. Kemudian menghitung batas kendali untuk EWMA pada data demerits
5. Menggambarkan grafik EWMA-Demerits
6. Menarik kesimpulan