

**PENGUNAAN METODE *IMPROVED SQUARE ROOT*
TRANSFORMATION PADA PEMBENTUKAN PETA
KENDALI BINOMIAL *EXPONENTIALLY*
*WEIGHTED MOVING AVERAGE***

SKRIPSI



SRIULAN S.S. ABDULLAH

H051171702

**PROGRAM STUDI STATISIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
NOVEMBER 2023**

**PENGGUNAAN METODE *IMPROVED SQUARE ROOT*
TRANSFORMATION PADA PEMBENTUKAN PETA
KENDALI BINOMIAL *EXPONENTIALLY*
*WEIGHTED MOVING AVERAGE***

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
pada Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika
dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

SRIULAN S.S. ABDULLAH

H051171702

**PROGRAM STUDI STATISTIKA DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

NOVEMBER 2023

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang saya buat dengan judul:

**Penggunaan Metode *Improved Square Root Transformation* pada
Pembentukan Peta Kendali Binomial *Exponentially Weighted
Moving Average***

adalah benar hasil karya saya sendiri, bukan hasil plagiat dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun

Makassar, 29 November 2023



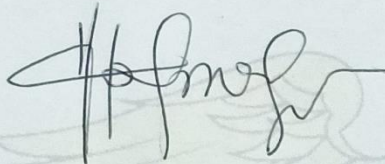
SRIULAN S.S. ABDULLAH

NIM. H051171702

**PENGUNAAN METODE *IMPROVED SQUARE ROOT*
TRANSFORMATION PADA PEMBENTUKAN PETA
KENDALI BINOMIAL *EXPONENTIALLY*
*WEIGHTED MOVING AVERAGE***

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama



Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.

NIP. 197504292000032001

Pembimbing Pendamping



Sitti Sahriman, S.Si., M.Si.

NIP. 19881018 201504 2 002

Ketua Program Studi



Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si.

NIP. 197708082005012002

Pada 29 November 2023

HALAMAN PENGESAHAN

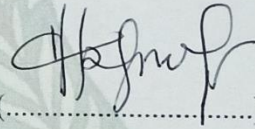
Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Sriulan S.S. Abdullah
NIM : H051171702
Program Studi : Statistika
Judul Skripsi : Penggunaan Metode *Improved Square Root Transformation* pada Pembentukan Peta Kendali
Binomial Exponentially Weighted Moving Average

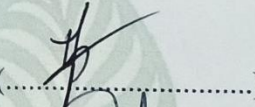
Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

DEWAN PENGUJI

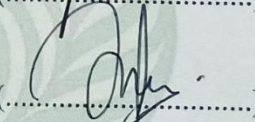
1. Ketua : Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.

()

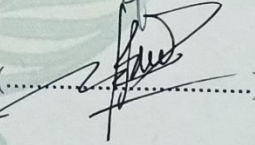
2. Sekretaris : Sitti Sahriman, S.Si., M.Si.

()

3. Anggota : Anisa, S.Si., M.Si

()

4. Anggota : Drs. Raupong, M.Si

()

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 29 November 2023

KATA PENGANTAR

AlhamdulillahRobbil'alamin, Segala Puji senantiasa disenandungkan untuk menyampaikan rasa syukur penulis kepada **Allah Subhanahu Wata'ala** atas segala limpahan rahmat, nikmat, dan hidayah yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“Penggunaan Metode *Improved Square Root Transformation* pada Pembentukan Peta Kendali *Binomial Exponentially Weighted Moving Average*”** sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar Sarjana Sains pada Program Studi Statistika Jurusan Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini tidak lepas dari hambatan dan masalah namun dapat terselesaikan berkat dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya untuk orang tua penulis, Mama tersayang **Israwani A.B Mentemas, S.Pd** dan Papa tercinta **Suban S. Abdullah, S.Pd**, yang telah membesarkan dan mendidik dengan penuh kesabaran, memberikan cinta dan limpahan kasih sayang, dukungan dan doa yang tulus tanpa henti kepada penulis. Rasa terima kasih juga kepada adik-adik tersayang **Nurul Fadhillah S.S. Abdullah** dan **Riska Amelia S.S. Abdullah**, serta **Keluarga Besar** atas doa, dukungan, semangat, dan bantuannya kepada penulis. Terima kasih yang tak terhingga pula kepada Bapak dan Ibu Penulis, Ibu **St. Saenab** dan Bapak **Rustam, S.Sos** yang telah memberikan kasih sayang yang sangat tulus kepada penulis.

1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
2. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin, M.Si.** selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
3. **Ibu Dr. Anna Islamiyati, S.Si., M.Si.** selaku Ketua Departemen Statistika, segenap Dosen Pengajar dan Staf Departemen Statistika yang telah membekali ilmu dan kemudahan-kemudahan kepada Penulis dalam berbagai hal selama menjadi mahasiswa di Departemen Statistika.

4. **Ibu Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.** selaku Pembimbing Utama yang telah ikhlas meluangkan waktu dan pemikirannya untuk memberikan arahan, pengetahuan, motivasi dan bimbingan ditengah kesibukan beliau serta menjadi tempat berkeluh kesah untuk penulis.
5. **Ibu Sitti Sahriman, S.Si., M.Si.** selaku Penasihat Akademik tersayang sekaligus Pembimbing Pertama atas saran, nasehat, motivasi, dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis selama menjadi mahasiswa dan meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan masukan dalam penulisan skripsi ini.
6. **Ibu Anisa, S.Si., M.Si.** dan **Bapak Drs. Raupong, M.Si.** selaku Tim Penguji atas saran dan kritikan yang membangun dalam penyempurnaan penyusunan skripsi ini serta waktu yang telah diberikan kepada Penulis.
7. Sahabat terbaik, **Nurhidayatullah** dan **Zakiah Fitri.** Yang selalu membersamai penulis, memberikan dorongan dan dukungan serta tidak bosan mendengarkan segala keluh kesah penulis dalam setiap proses hingga skripsi ini terselesaikan.
8. Sahabat seperjuangan, **Haura, Putri, Zulfa, Aqilah, Ata, Haura, Miftah, Eva, Mirna, dan Ukhty** yang telah menjadi teman terbaik semasa perkuliahan, memberikan bantuan, dorongan, semangat, dan motivasi dalam setiap keadaan dalam penyusunan skripsi ini. Juga **Kak Muhammad Fadil** untuk segala bantuan dan motivasi yang tidak ada putusnya.
9. Keluarga besar “**Pettarani Family**”, yang telah memberikan rumah kedua yang sangat nyaman, pengalaman yang berharga serta kisah yang tak tergantikan selama di tanah rantau.
10. Teman-teman **Statistika 2017**, terima kasih atas kebersamaan, suka, dan duka selama menjalani pendidikan di Departemen Statistika. Penulis senang mengenal kalian semua.
11. Keluarga besar **DISKRIT 2017**, terima kasih telah memberikan pelajaran yang berharga dan arti kebersamaan selama ini kepada penulis. Pengalaman yang berharga telah penulis dapatkan dari teman-teman selama berproses.
12. **Keluarga Mahasiswa FMIPA Unhas** terkhusus anggota keluarga **Himatika FMIPA Unhas** dan **Himastat FMIPA Unhas**, terima kasih atas ilmu yang

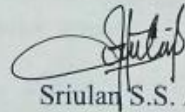
mungkin tidak bisa didapatkan di proses perkuliahan dan telah menjadi keluarga selama penulis kuliah di Universitas Hasanuddin.

13. Semua pihak yang telah banyak berpartisipasi, baik secara langsung maupun tidak langsung yang tak sempat penulis sebutkan satu per satu. Terima kasih untuk segala bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam skripsi ini. Untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 29 November 2023



Sriulan S.S. Abdullah

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Hasanuddin, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sriulan S.S. Abdullah
NIM : H051171702
Program Studi : Statistika
Departemen : Statistika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Hasanuddin **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif** (*Non-exclusive Royalty- Free Right*) atas tugas akhir saya yang berjudul:

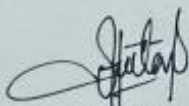
**“Penggunaan Metode *Improved Square Root Transformation* pada
Pembentukan Peta Kendali Binomial *Exponentially*
Weighted Moving Average”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Terkait dengan hal di atas, maka pihak universitas berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di Makassar pada tanggal 29 November 2023.

Yang menyatakan



(Sriulan S.S. Abdullah)

ABSTRAK

Peta kendali merupakan salah satu alat pengendalian kualitas secara statistik yang digunakan untuk memperoleh gambaran tentang perilaku sebuah proses. Berdasarkan karakteristik kualitasnya, peta kendali terbagi menjadi peta kendali variabel dan atribut. Metode *improved square root transformation* (ISRT) digunakan untuk peta kendali atribut yang berdistribusi binomial, dikombinasikan dengan *exponentially weighted moving average* (EWMA) untuk mendeteksi adanya pergeseran kecil dalam proses produksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan batas kendali dan performa peta kendali *improved square root transformation* binomial *exponentially weighted moving average*. Adapun variabel pada penelitian ini yaitu kecacatan pada produk *sweater* rajut yang diproduksi di Konveksi Maman *Collection* dalam 31 hari kerja periode 1 Oktober 2020 sampai dengan 6 November 2020 yaitu ukuran tidak sesuai, jahitan tidak rapi, belum terjahit/berlubang, dan sisa benang. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pada saat $\lambda = 0.17$ hingga menuju 0, semakin banyak jumlah data yang berada di luar batas kendali. Sebaliknya, ketika $\lambda = 0.18$ hingga bergerak mendekati 1 maka semakin banyak data yang berada dalam batas kendali. Sehingga peta kendali ISRT binomial EWMA lebih sensitif dalam mendeteksi pergeseran proses produksi *sweater* rajut di Konveksi Maman *Collection* ketika $0.17 \leq \lambda < 0$ dibandingkan dengan peta kendali p .

Kata Kunci : Peta Kendali, *Improved Square Root Transformation*, *Exponentially Weighted Moving Average*, Binomial, Produksi.

ABSTRACT

Control charts are a statistical quality control tool used to obtain an overview a process. Based on quality characteristics, control maps are divided into variable and attribute control charts. The improved square root transformation (ISRT) method is used for binomially distributed attribute control maps, combined with exponentially weighted moving average (EWMA) to detect small shifts in the production process. The purpose of this study is to obtain the control limits and performance of the improved square root transformation binomial exponentially weighted moving average control chart. The variables in this study are defects in knit sweater products produced at Maman Collection Convection in 31 working days from October 1, 2020 to November 6, 2020, namely inappropriate size, untidy stitches, unsewn/perforated, and leftover yarn. The results obtained show that when $\lambda = 0.17$ to 0, the more the amount of data that is outside the control limit. Conversely, when $\lambda = 0.18$ to move closer to 1, the more data is within the control limits. So the EWMA binomial ISRT control chart is more sensitive in detecting shifts in the knit sweater production process at Maman Collection Convection when compared to the EWMA binomial ISRT control chart. $0.17 \leq \lambda < 0$ compared to p control chart.

Key Words : Control Chart, Improved Square Root Transformation, Exponentially Weighted Moving Average, Binomial, Production.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACK	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kualitas.....	5
2.2 Pengendalian Kualitas Statistik.....	5
2.3 Peta Kendali	5
2.4 Distribusi Binomial	6
2.5 Peta Kendali ISRT p	8
2.6 Peta Kendali Binomial EWMA.....	8
2.7 Peta Kendali ISRT Binomial EWMA	9
2.8 Deret Taylor	10
2.10 Konveksi Maman <i>Collection</i>	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Jenis dan Sumber Data	13
3.2 Variabel Penelitian	13
3.3 Metode Analisis.....	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15

4.1	Teoritis Peta Kendali	15
4.2	Uji Kecocokan Distribusi	23
4.3	Penerapan Pada Data Produksi <i>Sweater</i> Rajut di Konveksi Maman <i>Collection</i>	24
4.4.	Peta Kendali p	24
4.5.	Peta Kendali ISRT Binomial EWMA	26
a.	Menentukan nilai Z_i untuk $\lambda = 0,01$	27
b.	Menentukan nilai Z_i untuk $\lambda = 0,02$	27
c.	Menentukan nilai Z_i untuk $\lambda = 0,1$	28
d.	Menentukan nilai Z_i untuk $\lambda = 0,2$	29
e.	Menentukan nilai Z_i untuk $\lambda = 0,3$	29
f.	Menentukan nilai Z_i untuk $\lambda = 0,6$	30
g.	Menentukan nilai Z_i untuk $\lambda = 0,9$	30
h.	Peta kendali untuk $\lambda = 0,01$	31
i.	Peta kendali untuk $\lambda = 0,02$	32
j.	Peta kendali untuk $\lambda = 0,1$	33
k.	Peta kendali untuk $\lambda = 0,2$	35
l.	Peta kendali untuk $\lambda = 0,3$	36
m.	Peta kendali untuk $\lambda = 0,6$	37
n.	Peta kendali untuk $\lambda = 0,9$	38
o.	Peta kendali untuk λ lainnya	39
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran	42
DAFTAR PUSTAKA		43
LAMPIRAN		45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Peta Kendali p	26
Gambar 4.2 Peta Kendali ISRT Binomial EWMA untuk $\lambda = 0.01$	30
Gambar 4.3 Peta Kendali ISRT Binomial EWMA untuk $\lambda = 0.02$	31
Gambar 4.4 Peta Kendali ISRT Binomial EWMA untuk $\lambda = 0.1$	32
Gambar 4.5 Peta Kendali ISRT Binomial EWMA untuk $\lambda = 0.2$	33
Gambar 4.6 Peta Kendali ISRT Binomial EWMA untuk $\lambda = 0.3$	34
Gambar 4.7 Peta Kendali ISRT Binomial EWMA untuk $\lambda = 0.6$	35
Gambar 4.8 Peta Kendali ISRT Binomial EWMA untuk $\lambda = 0.9$	36

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Uji Kolmogorov-Smirnov	24
Tabel 4.2 Jumlah Z_i yang berada di luar batas kendali	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil produksi sweater rajut di Konveksi Maman <i>Collection</i> dalam 31 hari kerja periode 1 Oktober 2020 sampai dengan 6 November 2020.....	46
Lampiran 2. Hasil uji kecocokan distribusi.....	47
Lampiran 3. Nilai $\sigma_{\hat{p}}$	48
Lampiran 4. Nilai Z_i pada masing-masing λ	49
Lampiran 5. Nilai CL, <i>UCL</i> dan <i>LCL</i> peta kendali p	50
Lampiran 6. Nilai CL, <i>UCL</i> dan <i>LCL</i> peta kendali ISRT binomial EWMA untuk $\lambda = 0.01$	51
Lampiran 7. Nilai CL, <i>UCL</i> dan <i>LCL</i> peta kendali ISRT binomial EWMA untuk $\lambda = 0.02$	52
Lampiran 8. Nilai CL, <i>UCL</i> dan <i>LCL</i> peta kendali ISRT binomial EWMA untuk $\lambda = 0.1$	53
Lampiran 9. Nilai CL, <i>UCL</i> dan <i>LCL</i> peta kendali ISRT binomial EWMA untuk $\lambda = 0.2$	54
Lampiran 10. Nilai CL, <i>UCL</i> dan <i>LCL</i> peta kendali ISRT binomial EWMA untuk $\lambda = 0.3$	55
Lampiran 11. Nilai CL, <i>UCL</i> dan <i>LCL</i> peta kendali ISRT binomial EWMA untuk $\lambda = 0.6$	56
Lampiran 12. Nilai CL, <i>UCL</i> dan <i>LCL</i> peta kendali ISRT binomial EWMA untuk $\lambda = 0.9$	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Faktor utama yang menunjang keberhasilan, pertumbuhan, dan daya saing bisnis adalah kualitas (Montgomery, 2009). Situasi pasar saat ini memiliki persaingan yang sangat ketat sehingga perusahaan dituntut untuk menghasilkan produk dan layanan kepada pelanggan dengan kualitas yang tinggi dan disertai dengan biaya yang terjangkau. Hal ini disebabkan produk dan jasa yang berkualitas adalah produk yang sesuai dengan keinginan konsumen (Dewiantari dkk, 2019). Oleh karena itu, peningkatan kualitas merupakan keharusan bagi perusahaan agar tetap bisa menjaga keberlangsungan proses produksinya.

Peta kendali adalah salah satu alat pengendalian kualitas secara statistik yang digunakan untuk memperoleh gambaran tentang perilaku sebuah proses (Mitra, 2008). Peta kendali dikenal sebagai metode grafik yang digunakan untuk mengevaluasi apakah suatu proses berada dalam batas pengendalian secara statistik atau tidak sehingga dapat menjadi solusi untuk menghasilkan perbaikan kualitas (AP, 2017). Berdasarkan karakteristik kualitasnya, peta kendali terbagi dua yaitu peta kendali variabel dan peta kendali atribut. Secara umum, peta kendali atribut dikembangkan berdasarkan dua jenis distribusi, yaitu distribusi binomial dan distribusi poisson. Peta kendali atribut yang menggunakan distribusi binomial adalah peta kendali p .

Peta kendali p biasa disebut dengan peta kendali proporsi merupakan salah satu jenis peta kendali atribut yang banyak digunakan proses pengendalian kualitas produksi. Peta kendali p digunakan untuk mengendalikan proporsi ketidaksesuaian yang berdistribusi binomial dengan pendekatan distribusi normal. Namun menurut Chan dkk (2002), peta kendali p tidak memberikan hasil yang baik pada tingkat ketidaksesuaian yang relatif kecil. Jika peta kendali p tetap digunakan untuk kondisi tersebut maka sering terjadi kesalahan atau keterlambatan dalam mendeteksi adanya pergeseran proses. Untuk mengatasi hal ini, Tsai dkk (2006) mengusulkan metode *improved square root transformation* (ISRT) pada data berdistribusi binomial. Penelitian tersebut

menunjukkan bahwa peta kendali ISRT binomial memiliki batas kendali yang lebih efektif untuk tingkat ketidaksesuaian yang kecil ($p \leq 0,1$), pada saat ukuran sampel kecil dan ketika p tidak diketahui.

Peta kendali p yang berdistribusi binomial juga dapat diterapkan pada peta kendali Shewhart yang mulai dikenal pada tahun 1920-an oleh Walter A. Shewhart. Peta kendali Shewhart memiliki kelemahan yaitu hanya menggunakan informasi yang diberikan sampel-sampel sebelumnya. Selain itu, peta kendali Shewhart hanya menggunakan informasi dari nilai data akhir dan mengabaikan informasi lain dari keseluruhan data. Hal tersebut menyebabkan peta kendali Shewhart kurang sensitif dalam mendeteksi *small shift* atau pergeseran proses yang kecil (dibawah 1.5σ). Untuk mengatasi masalah yang terdapat dalam peta kendali Shewhart, maka berkembanglah alat kontrol statistik yaitu peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average*.

Peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) pertama kali diperkenalkan oleh S.W. Roberts pada tahun 1959. Peta kendali EWMA dapat digunakan untuk mendeteksi pergeseran kecil dalam suatu proses produksi (Montgomery, 2005). Peta kendali EWMA menjelaskan bahwa data terbaru berhubungan dengan data sebelumnya. Setiap data pada peta kendali EWMA diberi bobot λ . Peta kendali EWMA diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih baik untuk mendeteksi pergeseran kecil dibandingkan dengan peta kendali Shewhart. Oleh sebab itu, penggunaan peta kendali EWMA perlu dipertimbangkan untuk mengendalikan data yang bersifat binomial dengan pergeseran proses yang kecil.

Pada penelitian Sukparungsee (2014) mengombinasikan peta kendali ISRT binomial EWMA yang bisa digunakan pada data jenis atribut dengan nilai $np \geq 5$. Hasil perhitungan numerik menunjukkan bahwa kinerja peta kendali ISRT binomial EWMA lebih baik dalam mendeteksi pergeseran kecil hingga sedang jika dibandingkan dengan peta kendali ISRT binomial. Menurut (Wijayanti dkk, 2020) pada penelitiannya, peta kendali EWMA lebih cepat dalam mendeteksi adanya pergeseran rata-rata yang relatif kecil. Selain itu, berdasarkan perolehan nilai ARL diketahui bahwa peta kendali EWMA lebih efektif dalam mendeteksi adanya keadaan tidak terkendali.

Berdasarkan uraian tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai peta kendali ISRT binomial EWMA pada data produksi *sweater* rajut di Konveksi Maman *Collection* periode Oktober dan November pada tahun 2020 dengan judul **“Penggunaan Metode *Improved Square Root Transformation* pada Pembentukan Peta Kendali Binomial *Exponentially Weighted Moving Average*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mendapatkan batas peta kendali binomial EWMA dengan metode *improved square root transformation* (peta kendali ISRT binomial EWMA) pada data proses produksi *sweater* rajut di Konveksi Maman *Collection* periode 1 Oktober 2020 sampai dengan 6 November 2020?
2. Bagaimana performa peta kendali ISRT binomial EWMA pada data proses produksi *sweater* rajut di Konveksi Maman *Collection* periode 1 Oktober 2020 sampai dengan 6 November 2020?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan data produksi *sweater* rajut di Konveksi Maman *Collection* periode 1 Oktober 2020 sampai dengan 6 November 2020.
2. Data diasumsikan memiliki distribusi binomial.
3. Nilai pembobot yang digunakan yaitu $\lambda = 0.01; 0.02; 0.1; 0.2; 0.3; 0.06;$ dan 0.9.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan batas peta kendali binomial EWMA dengan metode *improved square root transformation* (peta kendali ISRT binomial EWMA) pada data proses produksi *sweater* rajut di Konveksi Maman *Collection* periode 1 Oktober 2020 sampai dengan 6 November 2020.
2. Mendapatkan hasil performa peta kendali ISRT binomial EWMA pada data proses produksi *sweater* rajut di Konveksi Maman *Collection* periode Oktober dan November tahun 2020.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menambah pengetahuan lebih lanjut mengenai pengendalian kualitas.
2. Menambah pengetahuan lebih mendalam tentang peta kendali khususnya peta kendali binomial EWMA berdasarkan metode *improved square root transformation* (ISRT binomial EWMA).
3. Membantu mempermudah mengidentifikasi produk-produk *out of control* pada sampel kecil sehingga dapat meningkatkan kualitas produksi.
4. Membantu memperbaiki kualitas produksi di konveksi Maman *Collection*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas

Kualitas secara sederhana dapat diartikan sebagai suatu usaha memenuhi harapan konsumen. Kualitas suatu produk adalah keadaan fisik, fungsi dan sifat suatu produk yang dapat memenuhi selera dan kebutuhan konsumen dengan memuaskan sesuai dengan nilai uang yang dikeluarkan (Leavenworth & Grant, 2004). Menurut Feigenbaum (1991) dalam Ariani (2004) kualitas ialah keseluruhan karakteristik produk dan jasa *marketing, engineering, manufacture*, dan *maintenance* serta dalam pemakaiannya sesuai dengan harapan konsumen.

2.2 Pengendalian Kualitas Statistik

Pengendalian kualitas adalah aktivitas keteknikan dan manajemen yang berguna untuk mengukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi, dan mengambil tindakan perbaikan yang sesuai apabila terjadi perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar (Montgomery, 1990). Tujuan utama dari pengendalian proses statistik adalah mendeteksi dengan cepat terjadinya penyebab khusus dari pergeseran proses, sehingga upaya pemeriksaan proses dan tindakan korektif dapat dilakukan untuk meminimalisir produk yang tidak sesuai (Montgomery, 2009).

2.3 Peta Kendali

Peta kendali adalah alat yang digunakan untuk menentukan suatu proses berada dalam kendali statistik atau tidak (Montgomery, 1990). Peta kendali biasa juga dikenal dengan diagram kontrol secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi suatu proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistika sehingga dapat menghasilkan perbaikan kualitas. Peta kendali mulai digunakan sejak tahun 1970-an untuk menjabarkan penggunaan teknik-teknik statistika dalam memantau dan meningkatkan performa proses agar menghasilkan produk yang berkualitas (Gasperz, 2005). Melalui peta kendali dapat ditunjukkan perubahan data dari waktu ke waktu.

2.4 Distribusi Binomial

Distribusi binomial ditemukan oleh James Bernoulli sehingga sering pula disebut distribusi bernoulli. Distribusi binomial merupakan distribusi peubah acak diskrit. Distribusi ini dibentuk oleh n kejadian independen yang berurutan, dengan hasil dari tiap kejadian tersebut adalah sukses atau gagal. Kejadian ini disebut sebagai *Bernoulli Trials*. Jika probabilitas kesuksesan p pada tiap kejadian konstan, maka probabilitas dari x kejadian sukses dari n percobaan Bernoulli yang dilakukan adalah:

$$P(X = x) = f(x) = C_x^n p^x (1 - p)^{n-x} \quad ; x = 0, 1, \dots, n$$

Diketahui $C_x^n = \frac{n!}{x!(n-x)!}$

Keterangan:

$P(X = x)$: Probabilitas kejadian x terjadi

p : Probabilitas sukses $0 \leq p \leq 1$

n : Jumlah pengulangan (bilangan bulat positif)

x : Jumlah sukses dalam n kali pengulangan

C_x^n : Koefisien binomial

Fungsi probabilitas ini akan membentuk distribusi binomial dengan parameter n dan p (Diana, 2017). Rata-rata dan variansi dari distribusi binomial dapat diperoleh dengan fungsi pembangkit momen. Hogg dkk (1978), menyatakan salah satu bentuk ekspektasi matematika lain adalah fungsi pembangkit momen yang merupakan ekspektasi matematika khusus.

Fungsi pembangkit momen dari distribusi binomial adalah :

$$M_x(t) = (1 - p + pe^t)^n$$

Fungsi pembangkit momen suatu distribusi diperoleh dari $E(e^{tx})$. Sehingga fungsi pembangkit momen dari distribusi binomial adalah:

$$\begin{aligned} M_x(t) &= E(e^{tx}) \\ &= \sum_{x=0}^n e^{tx} f(x) \\ &= \sum_{x=0}^n e^{tx} C_x^n p^x q^{n-x} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_x(t) &= \sum_{x=0}^n e^{tx} \frac{n!}{x! (n-x)!} p^x q^{n-x} \\
&= \sum_{x=0}^n \frac{n!}{x! (n-x)!} (pe^t)^x (q)^{n-x} \\
&= \sum_{x=0}^n C_x^n (pe^t)^x (q)^{n-x} \\
&= \sum_{x=0}^n C_x^n (pe^t)^x q^{n-x}
\end{aligned}$$

Berdasarkan teorema ekspansi binomial newton:

$$\sum_{x=0}^n C_x^n p^x q^{n-x} = (p + q)^n$$

Maka,

$$\begin{aligned}
M_x(t) &= \sum_{x=0}^n C_x^n (pe^t)^x q^{n-x} \\
&= (pe^t + q)^n \\
&= (pe^t + q)^n
\end{aligned}$$

Karena $q = 1 - p$, maka: $M_x(t) = (1 - p + pe^t)^n$

Rata-rata distribusi binomial:

$$\begin{aligned}
E(X) &= M'_x(t = 0) \\
&= \frac{d(1 - p + pe^t)^n}{dt} \\
&= n(1 - p + pe^t)^{n-1} pe^t \\
&= n(1 - p + pe^0)^{n-1} pe^0 \\
&= np
\end{aligned}$$

Variansi distribusi binomial:

$$Var(X) = E \left[(X - E(X))^2 \right]$$

Terlebih dahulu ditentukan $E(X)^2$

$$\begin{aligned}
E(X)^2 &= M''_x(t = 0) \\
&= \frac{d^2(1 - p + pe^t)^n}{dt^2}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
E(X)^2 &= \frac{d(1-p+pe^t)^{n-1}pe^t}{dt} \\
&= n(n-1)(pe^t)^2(1-p+pe^t)^{n-2} \\
&\quad + npe^t(1-p+pe^t)^{n-1} \\
&= n(n-1)p^2 + np \\
&= n^2p^2 - np^2 + np
\end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
Var(X) &= E(X^2) - [E(X)]^2 \\
&= n^2p^2 - np^2 + np + (np)^2 \\
&= np - np^2 \\
&= np(1-p)
\end{aligned}$$

Jadi, $\mu_x = np$ dan $\sigma_x^2 = np(1-p)$

2.5 Peta Kendali ISRT p

Metode ISRT untuk data binomial untuk diimplementasikan pada peta kendali atribut yang diusulkan oleh Tsai, T.R dkk pada tahun 2006 dan kemudian dikenal dengan nama peta kendali ISRT p (Sukparungsee, 2014). Batas atas dan batas bawah pada peta kendali ISRT p adalah:

$$UCL_p = \sqrt{p} + \frac{3}{2} \sqrt{\frac{1-p}{n}} - \frac{1}{2} \left(\frac{1-p}{n\sqrt{p}} \right) \quad (2.1)$$

$$LCL_p = \sqrt{p} - \frac{3}{2} \sqrt{\frac{1-p}{n}} - \frac{9}{8} \left(\frac{1-p}{n\sqrt{p}} \right) \quad (2.2)$$

2.6 Peta Kendali Binomial EWMA

Bagan kendali EWMA diperkenalkan pertama kali oleh S.W. Roberts pada tahun 1959 dan digunakan untuk mengawasi proses dan mendeteksi adanya faktor tersusut yang terlihat dari adanya pergeseran terus menerus terutama pergeseran dalam nilai *mean* dalam suatu proses (Montgomery, 2009). Peta kendali *Exponentially Weighted Moving Average* (EWMA) yang lebih efektif jika dibandingkan dengan peta kendali Shewhart. Menurut Kalgonda, A.A. dkk (2010) peta kendali EWMA merupakan salah satu alternatif grafik pengendali yang lebih sensitif terhadap pergeseran kecil dalam *mean* proses.

Grafik pengendali EWMA memberikan bobot penghalus pada setiap data sampel. Pemberian bobot memberikan koreksi pada batas kendali dan mengubah pola plot sehingga dapat dideteksi lebih lanjut apakah proses sudah benar-benar terkendali secara statistik atau tidak. Pemilihan bobot yang paling efisien dilakukan dengan mencoba menurunkan nilai bobot sampai ditemukan pola grafik yang paling signifikan memberikan informasi tingkah laku pola grafik yang tidak random (Antono dkk, 2016).

Menurut Sukparungsee (2014), *exponentially weighted moving average* (EWMA) dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$Z_i = \lambda \bar{X}_i + (1 - \lambda)Z_{1-i} \quad , \quad i = 1, 2, \dots \quad (2.3)$$

Dengan batas-batas kendali:

$$UCL_{EWMA} = p + k \sqrt{\frac{pq}{n} \frac{\lambda}{2 - \lambda}} (1 - (1 - \lambda)^{2i}) \quad (2.4)$$

$$LCL_{EWMA} = p - k \sqrt{\frac{pq}{n} \frac{\lambda}{2 - \lambda}} (1 - (1 - \lambda)^{2i}) \quad (2.5)$$

Dengan k adalah koefisien batas kendali EWMA dan $i \rightarrow \infty$ batas kendali EWMA dapat ditulis sebagai berikut:

$$UCL_{EWMA} = p + k \sqrt{\frac{pq}{n} \frac{\lambda}{2 - \lambda}} \quad (2.6)$$

$$LCL_{EWMA} = p - k \sqrt{\frac{pq}{n} \frac{\lambda}{2 - \lambda}} \quad (2.7)$$

2.7 Peta Kendali ISRT Binomial EWMA

Berdasarkan peta kendali ISRT p dan EWMA, maka dapat dibentuk peta kendali ISRT p EWMA. Batas atas dari peta kendali ISRT p memiliki ekspektasi dan variansi:

$$E(X) = \sqrt{p}$$

$$V(X) = \left[\frac{1}{2} \sqrt{\frac{1-p}{n}} - \frac{1}{6} \left(\frac{1-p}{n\sqrt{p}} \right) \right]^2$$

Kemudian, ekspektasi dan variansi untuk batas bawah pada peta kendali ISRT p adalah:

$$E(X) = \sqrt{p}$$

$$V(X) = \left[\frac{1}{2} \sqrt{\frac{1-p}{n}} - \frac{3}{8} \left(\frac{1-p}{n\sqrt{p}} \right) \right]^2$$

Sehingga batas atas dan batas bawah yang digunakan untuk peta kendali ISRT p EWMA adalah:

$$UCL_{ISRTEWMA} = \sqrt{p} + L \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda} \left[\frac{1}{2} \sqrt{\frac{1-p}{n}} - \frac{1}{6} \left(\frac{1-p}{n\sqrt{p}} \right) \right]} \quad (2.8)$$

$$LCL_{ISRTEWMA} = \sqrt{p} - L \sqrt{\frac{\lambda}{2-\lambda} \left[\frac{1}{2} \sqrt{\frac{1-p}{n}} - \frac{1}{6} \left(\frac{1-p}{n\sqrt{p}} \right) \right]} \quad (2.9)$$

Dengan,

- λ : Faktor pembobot, $0 < \lambda < 1$
- L : Lebar batas kendali peta kendali
- p : Proporsi cacat
- n : Banyaknya jumlah produksi

2.8 Deret Taylor

Deret Taylor merupakan representasi fungsi matematika sebagai jumlahan tak hingga dari suku-suku yang nilainya dihitung dari turunan fungsi tersebut disuatu titik. Nama Deret Taylor berdasarkan seorang matematikawan Inggris yaitu Brook Taylor (1685-1731), banyak digunakan untuk menurunkan metode-metode numerik. Salah satu fungsi deret Taylor yaitu memberikan solusi hampiran dari suatu fungsi $f(x)$ dalam bentuk polinom, sehingga nilai akar dari suatu fungsi dapat didekati. Misalkan fungsi $f(x) = \ln(x)$, nilai fungsi tersebut akan sulit dihitung dengan perhitungan manual (Rahma, 2017). Oleh karena itu, $f(x)$ dapat diestimasi menggunakan deret Taylor.

Misalkan f dan turunan $f', f'', f''', \dots$ adalah fungsi kontinu di dalam selang tertutup $[a, b]$, $x_0 \in [a, b]$, maka nilai-nilai x disekitar x_0 dan $x \in [a, b]$, maka $f(x)$ dapat dijabarkan ke dalam deret Taylor:

$$\begin{aligned} f(x) = & f(x_0) + f'(x_0) \frac{(x - x_0)}{1!} + f''(x_0) \frac{(x - x_0)^2}{2!} \\ & + f'''(x_0) \frac{(x - x_0)^3}{3!} + \dots + f^n(x_0) \\ & \frac{(x - x_0)^n}{n!} + R_n(x) \end{aligned} \quad (2.10)$$

Diketahui:

$$R_n(x) = \frac{f^{n+1}(c)}{(n+1)!} (x - x_0)^{n+1}, x_0 < c < x$$

Jika dimisalkan $x - x_0 = h$, maka:

$$\begin{aligned} f(x) = & f(x_0) + f'(x_0) \frac{h}{1!} + f''(x_0) \frac{h^2}{2!} \\ & + f'''(x_0) \frac{h^3}{3!} + \dots + f^n(x_0) \frac{h^n}{n!} \end{aligned}$$

Dengan $R_n(x)$ disebut galat.

Perhitungan menggunakan metode numerik adalah pendekatan terhadap nilai eksak sehingga mengandung galat. Galat merupakan selisih antara nilai eksak dan nilai numerik yang dirumuskan dengan:

$$\varepsilon = |x - \hat{x}|$$

Apabila tingkat besaran dari nilai yang diperiksa sama sekali tidak diperhatikan, maka dikenal sebagai galat mutlak ε_A yang dapat didefinisikan:

$$\varepsilon_A = |x - \hat{x}|$$

Untuk mengatasi interpretasi nilai galat, maka galat harus dinormalkan terhadap nilai eksaknya yang dinamakan galat relatif dengan definisi:

$$\varepsilon_R = \frac{\varepsilon_A}{x}$$

Dalam prakteknya, kadang nilai eksaknya tidak diketahui sehingga galat harus dinormalkan terhadap nilai pendekatan yang disebut galat relatif hampiran, yaitu:

$$\varepsilon_{RH} = \frac{\varepsilon_A}{\hat{x}}$$

2.10 Konveksi Maman *Collection*

Industri merupakan suatu usaha atau kegiatan pengelolaan bahan mentah atau barang setengah jadi menjadi bahan jadi yang memiliki nilai tambah untuk mendapatkan keuntungan (Arnold Putri dkk, 2020). Industri konveksi merupakan kegiatan pengelolaan yang menghasilkan pakaian jadi seperti kemeja, jaket, kaos, *sweater*, dan lain-lain. Usaha konveksi memanfaatkan sumber daya manusia maupun mesin untuk mengembangkan usahanya. Perkembangan usaha konveksi dapat ditandai dengan perkembangan nilai dan jumlah produksinya. Salah satu usaha industri konveksi yaitu Konveksi Maman *Collection*.

Konveksi Maman *Collection* merupakan salah satu konveksi *sweater* rajut yang terletak di Malangbong, Garut. Konveksi ini mengalami permasalahan dalam hal kualitas produk yaitu terdapat banyak produk cacat dalam satu kali produksi. Jenis cacat produk yang dihasilkan diantaranya jahitan yang tidak rapih, ukuran yang tidak sesuai, masih terdapat benang yang tidak dibutuhkan, dan beberapa produk yang berlubang atau belum terjahit. Oleh karena itu, perlu dilakukan perbaikan dalam hal pengendalian kualitas agar dapat mengurangi atau meminimalisir produk cacat sehingga dapat meningkatkan kualitas produk serta mengurangi kerugian yang dihasilkan (Dhiyaulhaq & Yuniar, 2021).