

**PETA KENDALI C BERDASARKAN METODE
MODIFIKASI TRANSFORMASI AKAR KUADRAT
DALAM PENGENDALIAN KUALITAS HASIL
PRODUKSI SEPATU**

SKRIPSI



FISKA EVRYAN

H051181015

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

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

DESEMBER 2022

**PETA KENDALI C BERDASARKAN METODE
MODIFIKASI TRANSFORMASI AKAR KUADRAT
DALAM PENGENDALIAN KUALITAS HASIL
PRODUKSI SEPATU**

SKRIPSI

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

FISKA EVRYAN

H051181015

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

MAKASSAR

DESEMBER 2022

Universitas Hasanuddin

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sungguh-sungguh

bahwa skripsi yang saya buat dengan judul :

**Peta Kendali c Berdasarkan Metode Modifikasi Transformasi Akar Kuadrat
Dalam Pengendalian Kualitas Hasil Produksi Sepatu**

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

Makassar, 9 Desember 2022



Fiska Evryan

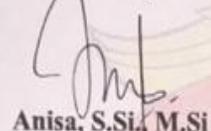
NIM H051181015

Universitas Hasanuddin

PETA KENDALI CBERDASARKAN METODE
MODIFIKASI TRANSFORMASI AKAR KUADRAT
DALAM PENGENDALIAN KUALITAS HASIL
PRODUKSI SEPATU

Disetujui Oleh :

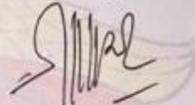
Pembimbing Utama



Anisa, S.Si., M.Si

NIP. 197302271998022001

Pembimbing Pertama



Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si

NIP. 197201171997032002

Ketua Program Studi



Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si

NIP. 197201171997032002

Pada 9 Desember 2022

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Fiska Evryan

NIM : H051181015

Program Studi : Statistika

Judul Skripsi : Peta Kendali c Berdasarkan Metode Modifikasi
Transformasi Akar Kuadrat Dalam Pengendalian Kualitas
Hasil Produksi Sepatu

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 | : Anisa, S.Si., M.Si | (.....) |
| 2. Sekretaris | : Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si | (.....) |
| 3. Anggota | : Dra. Nasrah Sirajang, M.Si | (.....) |
| 4. Anggota | : Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si | (.....) |

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 9 Desember 2022

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Alhamdulillah robbil'alamin, Puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat, nikmat, hidayah dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul "**Peta Kendali c Berdasarkan Metode Modifikasi Transformasi Akar Kuadrat**" sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan terwujud tanpa orang-orang yang memberikan bantuan, dukungan, bimbingan kepada penulis. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat setinggi-tingginya kepada kedua orangtua penulis yaitu Ayahanda **Suharman, S.Pd** dan Ibunda **Lestiawati Herlina, S.S**, yang dengan penuh kasih sayang merawat, membsarkan penulis, tidak hentinya mengirim doa dan memberikan restu kepada penulis agar penulisan skripsi ini berjalan dengan sangat baik. Terima kasih pula kepada seluruh keluarga besar penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang senantiasa memberikan doa, semangat, harapan dan dukungan juga kasih sayang.

Selanjutnya ucapan terima kasih dan penghargaan yang sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada :

1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
2. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
3. **Ibu Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si.**, selaku Ketua Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin dan juga selaku Pembimbing Pertama dan **Ibu Anisa, S.Si., M.Si**, yang telah rela dan sabar

melaungkan waktu untuk memberikan bantuan, arahan, bimbingan, tanggapan dan masukan yang berguna dalam penyelesaian skripsi ini.

4. **Ibu Dra. Nasrah Sirajang, M.Si. dan Ibu Dr. Erna Tri Herdiani, S.Si., M.Si.** selaku Tim Penguji yang telah rela dan sabar meluangkan waktu untuk memberikan kritikan yang membangun dalam penyempurnaan penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin yang telah membagikan ilmunya kepada penulis dan segenap pegawai akademik yang selama ini selalu siap menjalani segala urusan akademik penulis.
6. **Rian Alfaridzi** yang telah sangat banyak membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini terima kasih atas dukungan, doa, dan bantuannya hingga saat ini
7. **Delfiyana, S.Tr.T, Nita Purnama Sari, Sitti Saum Sayidaturrahmah** selaku sahabat penulis sejak masa remaja yang selalu menyemangati penulis saat suka maupun duka terima kasih atas seluruh dukungan, masukan, dan bantuan hingga saat ini, semoga persahabatan ini tidak pernah berakhir.
8. **Sonya** selaku sahabat dalam bangku perkuliahan juga organisasi penulis yang telah banyak membantu penulis selama proses perkuliahan, **Anita Sri Indarwati, Nur Faiza, Andini Hebrianti, Rana Gyazki Amani, Aulia Amalia, A. Nur Fadilahrosa, Ummul Auliyah Syam** selaku sahabat berorganisasi penulis dalam Radio Kampus Education Broadcasting Station (EBS FM Unhas) yang selalu ada dan menyemangati dalam menjalani organisasi dan penulisan skripsi ini terima kasih banyak atas seluruh waktu, dukungan, masukan, perjuangan, dan bantuan serta kenangan indah hingga saat ini semoga persahabatan ini juga tidak pernah berakhir.
9. **Fuad Hamdi Bahar** selaku teman penulis yang telah membantu dalam pengerjaan hasil skripsi penulis.
10. **Nurul Fadilah Syahrul** selaku teman tutor bimbingan belajar JILC yang telah membantu pula dalam penulisan skripsi ini, **Front Office JILC Abdesir** yang

telah memberikan kelonggaran waktu ketika proses penyusunan skripsi ini sedang dikerjakan, **Teman-teman tentor JILC** beserta seluruh jajarannya.

11. **Sukma Apriliya**, selaku teman penulis terima kasih banyak atas segala bantuan, dukungan dan masukan selama ini semoga pertemanan ini akan selalu terjaga
12. **Teman-teman REKAMAN di Radio Kampus EBS FM Unhas**, terima kasih atas perjuangan, bantuan, dan dukungan serta kenangan indah hingga saat ini.
13. **Teman-teman Broadcasting Manager (BM) 2022** terima kasih banyak atas segala kerjasamanya dan juga bantuannya di EBS FM Unhas hingga saat ini.
14. **Andi Umami Melin Aicha, Victor Liman, Yustika, Naura Alfatiyya Arda, Restuyani Patandianan, Nurul Hijrah, Muh. Ishak, Isra Riska Utami, Emi Astuti, Ika Pratiwi Haya, Noormanto Hi Armin** selaku teman-teman penulis yang telah banyak membantu selama menjalani pendidikan di Prodi Statistika Unhas.
15. **Teman-teman Statistika 2018** terima kasih atas ilmu, perjuangan, kerjasama, bantuan dan dukungannya.
16. Seluruh pihak yang membantu penyelesaian tugas akhir ini, semoga menjadi pahala kebaikan bagi mereka pada hari kemudian kelak.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar skripsi ini lebih baik dan bermanfaat.

Makassar, 9 Desember 2022

Penulis

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

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

Nama : Fiska Evryan
NIM : H051181015
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 :

**“Peta Kendali c Berdasarkan Metode Modifikasi Transformasi Akar Kuadrat
Dalam Pengendalian Kualitas Hasil Produksi Sepatu”**

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, 9 Desember 2022

Yang menyatakan

(Fiska Evryan)

ABSTRAK

Peta kendali c digunakan untuk mengendalikan tingkat cacat rendah yang diasumsikan berdistribusi *Poisson* dengan pendekatan distribusi normal. Tetapi pada kenyataannya tidak semua data yang diperoleh memenuhi asumsi *Poisson*. Pada penelitian ini dilakukan uji distribusi *Poisson* dengan Kolmogorov Smirnov agar ditunjukkan bahwa data berdistribusi *Poisson*. Selanjutnya dalam aplikasi dunia nyata saat ini situasi tingkat cacat rendah dalam proses sering terjadi, dan mengakibatkan kinerja peta kendali c menjadi buruk. Ketika tingkat cacat rendah, efektivitas kinerja peta kendali c menjadi kurang memadai karena memiliki kemiringan (*skewness*) yang menyebabkan asimetris. Oleh karena itu, digunakan metode peningkatan transformasi akar kuadrat (*Improved Square Root Transformation/ISRT*) untuk meningkatkan akurasi garis batas grafik yang disebut dengan peta kendali ISRT- c . Peta kendali ISRT- c dibentuk dengan mentransformasi (c) kedalam bentuk akar kuadrat (\sqrt{c}) kemudian diperluas menggunakan ekspansi deret Taylor dan distandarisasi menggunakan Teorema Limit Pusat sehingga didapatkan batas-batas pengendali peta kendali ISRT- c . Kemudian, membandingkan efektivitas kinerja peta kendali ISRT- c dengan peta kendali c setelah diaplikasikan pada data jumlah cacat proses produksi sepatu di UKM Praktis Sepatu Magetan. Hasil yang diperoleh adalah pada peta kendali c proses produksi berada dalam keadaan terkendali secara statistik namun pada peta kendali ISRT- c proses produksi berada dalam keadaan tidak terkendali dimana terdapat 24 titik pengamatan yang berada di luar batas kendali. Dengan menggunakan nilai pergeseran proses sebesar 0,1, 0,05, dan 0,001, nilai ARL yang diperoleh pada peta kendali ISRT- c jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai ARL untuk peta kendali c . Oleh karena itu, peta kendali ISRT- p lebih efektif dan sensitif dalam mendeteksi perubahan proses produksi.

Kata Kunci : Peta Kendali c , uji distribusi Poisson, Peningkatan Transformasi Akar Kuadrat, Peta kendali ISRT- c , ARL.

ABSTRACT

Control chart c is used to handle low defect rates which are assumed to be Poisson distributed with the normal distribution approach. However, in reality not all of the data obtained met the Poisson assumptions. In this study, a Poisson distribution test was carried out with Kolmogorov Smirnov to show that the data has a Poisson distribution. Furthermore, in today's real-world applications, situations of low defect rate in the process often occur, and cause the performance of control chart c to be bad. When the defect rate is low, the performance effectiveness of the control chart becomes inadequate because it has a skewness that causes asymmetry. Therefore, an Improved Square Root Transformation (ISRT) method is used to improve the accuracy of the graph boundary lines called the ISRT- p control chart. The ISRT- p control chart is formed by transforming (c) into the square root form (\sqrt{c}) and then expanding using the Taylor series expansion and standardizing using the Central Limit Theorem to obtain the ISRT- c control chart control limits. Then, comparing the effectiveness of the performance of the ISRT- c control chart with the c control chart after being corrected on the data on the number of defects in the shoe production process at Practical Shoe Magetan UKM. The results obtained are on control chart c the production process is in a statistically controlled state but on the ISRT- c control chart the production process is in an uncontrolled state where there are 24 observation points that are outside the control limits. By using the process shift values of 0.1, 0.05, and 0.001, the ARL values obtained on the ISRT- c control chart are much smaller than the ARL values for the c control chart. Therefore, the ISRT- p control chart is more effective and sensitive in detecting changes in the production process.

Keywords : Control chart c , Poisson distribution test, Improved Square Root Transformation, ISRT- c control chart, ARL.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....i

HALAMAN JUDUL.....ii

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN.....iii

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING.....iv

HALAMAN PENGESAHAN.....v

KATA PENGANTAR vi

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....ix

ABSTRAK x

ABSTRACT..... xi

DAFTAR ISI.....xii

DAFTAR GAMBAR.....xv

DAFTAR TABEL.....xv

DAFTAR LAMPIRAN.....xv

BAB I PENDAHULUAN.....**Error! Bookmark not defined.**1

 1.1 Latar Belakang.....**Error! Bookmark not defined.**1

 1.2 Rumusan Masalah 3

 1.3 Tujuan Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**3

 1.4 Batasan Masalah.....**Error! Bookmark not defined.**3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 4

 2.1 Pengendalian Kualitas 4

 2.2 Pengendalian Kualitas Statistik**Error! Bookmark not defined.**5

 2.3 Distribusi Poisson..... 6

2.4	Distribusi Normal	11
2.5	Uji <i>Goodness of Fit</i>	12
2.6	Peta Kendali.....	13
2.7	Peta Kendali <i>c</i>	15
2.8	Deret Taylor dan Analisis Galat.....	16
2.9	<i>Average Run Length</i>	18
2.10	UKM Praktis Sepatu	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		21
3.1	Jenis dan Sumber Data	21
3.2	Variabel Penelitian	21
3.3	Metode Analisis.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		23
4.1	Uji Distribusi <i>Poisson</i> dengan Kolmogorov Smirnov.....	23
4.2	Peta Kendali <i>c</i> Berdasarkan Metode Modifikasi Transformasi Akar Kuadrat (Peta Kendali ISRT- <i>c</i>).....	24
4.2.1	Menentukan Peta Kendali <i>c</i> Berdasarkan Metode Modifikasi Transformasi Akar Kuadrat	24
4.2.2	Penentuan Peta Kendali <i>c</i> Berdasarkan Metode Modifikasi Transformasi Akar Kuadrat	32
4.2	Aplikasi Peta Kendali <i>c</i> pada Data Hasil Produksi Sepatu di UKM Praktis Sepatu Magetan.....	34
4.3	Aplikasi Peta Kendali ISRT- <i>c</i> pada Data Hasil Produksi Sepatu di UKM Praktis Sepatu Magetan.....	36
4.4	Menghitung Nilai <i>Average Run Length</i> (ARL).....	38
4.5	Perbandingan Efektivitas Kinerja Peta Kendali ISRT- <i>c</i> dan Peta Kendali <i>c</i> Berdasarkan Nilai <i>Average Run Length</i>	41

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	47
DAFTAR ISI.....	xii
4.1 Uji Distribusi <i>Poisson</i> dengan Kolmogorov Smirnov.....	23 xiii
4.2 Peta Kendali <i>c</i> Berdasarkan Metode Modifikasi Transformasi Akar Kuadrat (Peta Kendali ISRT- <i>c</i>).....	24..... xiii
4.2 Aplikasi Peta Kendali <i>c</i> pada Data Hasil Produksi Sepatu di UKM Praktis Sepatu Magetan.....	34 xiii
4.3 Aplikasi Peta Kendali ISRT- <i>c</i> pada Data Hasil Produksi Sepatu di UKM Praktis Sepatu Magetan.....	36..... xiii
4.4 Menghitung Nilai <i>Average Run Length</i> (ARL).....	38 xiii
4.5 Perbandingan Efektivitas Kinerja Peta Kendali ISRT- <i>c</i> dan Peta Kendali <i>c</i> Berdasarkan Nilai <i>Average Run Length</i>	41 xiii
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	ii
DAFTAR TABEL.....	ii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengendalian Kualitas	4
2.2 Pengendalian Kualitas Statistik	5
2.3 Distribusi Poisson.....	6
2.4 Distribusi Normal	11
Distribusi peluang kontinu yang paling penting dalam semua bidang statistik adalah distribusi normal. Distribusi normal adalah alat yang sangat penting untuk	

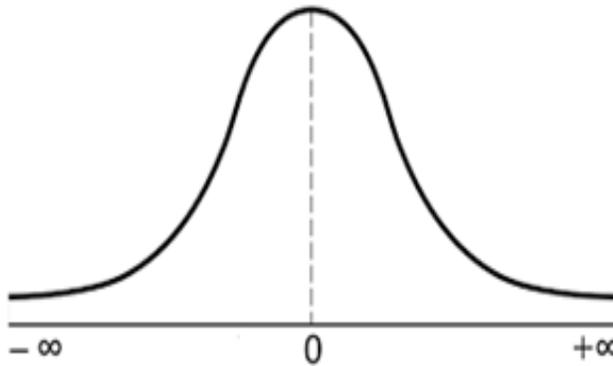
memperkirakan dan memprediksi berbagai peristiwa yang lebih luas. Grafik tersebut disebut kurva normal dan memiliki bentuk lonceng distribusi normal juga dikenal sebagai Distribusi *Gaussian*. Sebuah variabel acak kontinu X dengan distribusi berbentuk lonceng disebut variabel acak normal. Persamaan matematika distribusi peluang dari variabel normal kontinuitas bergantung pada dua parameter μ dan σ yaitu rata-rata dan simpangan bakunya..... 11

Variabel acak X dikatakan berdistribusi normal, jika memiliki fungsi kepadatan sebagai berikut (Nurhidayah, 2014) : 11

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \dots\dots\dots 11$$

dengan $-\infty < x < \infty; -\infty < \mu < \infty; \sigma > 0; \pi \approx 3,14159; e \approx 2,71828 \dots\dots\dots 11$

maka variabel acak X dikatakan berdistribusi normal dengan mean μ dan varian σ^2 sebagai fungsi kepadatan peluang (PDF) seperti pada gambar 2.1 11



..... 11

2.5 Uji *Goodness Of Fit*..... 12

Hipotesis : 12

H_0 : $F_X = F_0(X)$ (Data berdistribusi poisson) 12

H_1 : $F_X \neq F_0(X)$ (Data tidak berdistribusi poisson) 12

Taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ 12

Statistik Uji : 12

$$D = F_0(X) - F_X \dots\dots\dots 12$$

H_0 ditolak jika nilai $D > D_{\alpha}$, dimana D_{α} nilai kritis yang diperoleh dari tabel *kolmogrov smirnov*, dan **H_0** ditolak jika nilai sig hasil output memiliki nilai kurang dari 0,05 yang artinya data tidak berdistribusi poisson. 12

2.6 Peta Kendali..... 12

2.7 Peta Kendali c..... 14

2.8	Deret Taylor dan Analisis Galat.....	16
2.9	Average Run Length.....	18
2.10	UKM Praktis Sepatu.....	19
<p>Praktis adalah sebuah perusahaan manufaktur dimana perusahaan tersebut memproduksi sepatu kulit dengan beragam bentuk dan juga warna. Awal didirikannya perusahaan ini adalah pada Desember 1986 dengan tenaga kerja hanya sebanyak 2 orang saat itu dan mampu menghasilkan produk sepatu sebanyak 10 unit per hari. Awal pembentukan perusahaan diterapkan sistem penjualan keliling. Selanjutnya perusahaan mulai berkembang pesat tahun 1998 dan karyawan menjadi bertambah sebanyak 10 orang sehingga proses produksi mampu dilakukan sebanyak 30 unit per hari. UKM Praktis Sepatu menghasilkan produk antara lain sepatu <i>pantofel</i> pria, sepatu <i>pantofel</i> wanita, sandal pria, sandal wanita, tas, dompet dan sabuk. Namun dari semua produk yang dihasilkan yang menjadi <i>best seller</i> adalah sepatu <i>pantofel</i> pria/wanita.</p>		
		19
BAB III		20
3.1	Jenis dan Sumber Data	20
3.2	Variabel Penelitian	20
3.3	Metode Analisis.....	20
<p>Pada penelitian ini, langkah-langkah yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian tersebut adalah sebagai berikut :.....</p>		
		20
1.	Menentukan peta kendali c berdasarkan metode peningkatan transformasi akar kuadrat (peta kendali ISRT- c), melalui tahapan sebagai berikut :	20
a.	Menentukan estimasi rata-rata dan variansi dari peta kendali ISRT- c dengan cara melakukan transformasi parameter c menjadi bentuk akar kuadrat (c) dengan menggunakan deret Taylor.	20
b.	Menentukan persamaan dari standarisasi Z merujuk pada Teorema.....	20
c.	Menentukan persamaan dari standarisasi Z merujuk pada Teorema Limit Pusat. 20	
d.	Menentukan interval kepercayaan untuk memperoleh batas kendali.....	21
e.	Menentukan batas kendali dari peta kendali ISRT- c	21
2.	Melakukan pengaplikasian peta kendali c dan peta kendali ISRT- c dan membandingkan efektivitas kinerja kedua peta kendali melalui tahapan sebagai berikut :.....	21
a.	Mengasumsikan data berdistribusi poisson.	21

b.	Melakukan pengolahan data dengan menggunakan <i>mean</i> dan standar deviasi sehingga diperoleh batas-batas pengendali.	21
c.	Menghitung cacat dari setiap pengamatan.	21
d.	Membuat dan menginterpretasikan hasil dari peta kendali <i>c</i> dan peta kendali ISRT- <i>c</i>	21
BAB IV	.....	22
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	22
4.1 Uji Distribusi <i>Poisson</i> dengan Kolmogorov Smirnov	.....	22
$D = F_{OX} - FX$	.....	22
4.2 Peta Kendali <i>c</i> Berdasarkan Metode Modifikasi Transformasi Akar Kuadrat	.....	23
4.3 Aplikasi Peta Kendali <i>c</i> pada Data Hasil Produksi Sepatu di UKM Praktis Sepatu Magetan	.....	33
4.4 Aplikasi Peta Kendali ISRT-<i>c</i> pada Data Hasil Produksi Sepatu di UKM Praktis Sepatu Magetan	.....	34
	Berdasarkan Gambar 4.2 , dapat dilihat bahwa terdapat beberapa titik yang berada di luar Batas Pengendalian Atas (BPA), yaitu titik 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21,23, 26, 27, 28, dan 29. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses produksi sepatu dalam UKM Praktis Sepatu berada dalam keadaan yang tidak terkendali secara statistik. Kemudian hal ini juga menunjukkan bahwa terdapat faktor-faktor yang menjadi penyebab cacat pada produksi sepatu di UKM Praktis Sepatu Magetan. Selanjutnya jika dibandingkan dengan peta kendali <i>c</i> , pada peta kendali ISRT- <i>c</i> juga menggunakan nilai-nilai Batas Pengendalian Bawah (BPB) dikarenakan BPB yang diperoleh bernilai positif. Maka selanjutnya akan dilakukan analisis lebih lanjut mengenai efektivitas kinerja dari peta kendali ISRT- <i>c</i> dan dibandingkan dengan peta kendali <i>c</i> dengan menggunakan nilai <i>Average Run Length</i> (ARL).	36
4.5 Menghitung Nilai <i>Average Run Length</i> (ARL)	.....	36
	Nilai ARL pada kedua peta kendali dapat ditentukan dengan menggunakan nilai <i>ARL</i> 1 atau kesalahan tipe II berdasarkan persamaan (2.17) sebagai berikut :	37
4.6 Perbandingan Efektivitas Kinerja Peta Kendali ISRT-<i>c</i> dan Peta Kendali <i>c</i> Berdasarkan Nilai <i>Average Run Length</i>	.....	40
	Perbandingan nilai ARL dari peta kendali ISRT- <i>c</i> dan peta kendali <i>c</i> untuk semua nilai perubahan proses (<i>k</i>) pada setiap pengamatan tersaji pada Tabel 4.3	40

BAB V	41
KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	42
Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut : ...	42
1. Melakukan analisis peta kendali c menggunakan metode distribusi yang lain ..	42
2. Menggunakan peta kendali np berdasarkan metode peningkatan transformasi akar kuadrat ataupun dengan menggunakan pengembangan peta kendali atribut lainnya dan membandingkan dengan peta kendali sebelumnya.	42
DAFTAR PUSTAKA	43
Gambar 4. 1 Peta Kendali c	34
Gambar 4. 2 Peta Kendali ISRT- c	36
Gambar 4. 3 Grafik Nilai ARL untuk Peta Kendali c	38
Gambar 4. 4 Grafik Nilai ARL untuk Peta Kendali ISRT- c	39

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Nilai β dan ARL untuk Peta Kendali c	38
Tabel 4. 2 Nilai β dan ARL untuk Peta Kendali c	39
Tabel 4. 3 Nilai ARL untuk Peta Kendali ISRT- c dan Peta Kendali c	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data jumlah cacat proses produksi sepatu di UKM Praktis Sepatu di wilayah Magetan, Jawa Timur	48
Lampiran 2 Klasifikasi Jenis Cacat Produksi Sepatu di UKM Praktis Sepatu di wilayah Magetan, Jawa Timur	49
Lampiran 3 Uji Distribusi Poisson dengan Kolmogrov Smirnov	50
Lampiran 4 Center Line, Upper Center Line, dan Lower Center Line Peta Kendali c	51
Lampiran 5 Center Line, Upper Center Line, dan Lower Center Line Peta Kendali ISRT- c	52
Lampiran 6 Syntax Menghitung ARL Peta Kendali c	55

Lampiran 7 Syntax Menghitung ARL Peta Kendali c-ISRT.....57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Peta Kendali c 35
Gambar 4. 2 Peta Kendali ISRT- c 37
Gambar 4. 3 Grafik Nilai ARL untuk Peta Kendali c 39
Gambar 4. 4 Grafik Nilai ARL untuk Peta Kendali ISRT- c 40

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Nilai β dan ARL untuk Peta Kendali c 39
Tabel 4. 2 Nilai β dan ARL untuk Peta Kendali c 40
Tabel 4. 3 Nilai ARL untuk Peta Kendali ISRT- c dan Peta Kendali c 41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data jumlah cacat proses produksi sepatu di UKM Praktis Sepatu di wilayah Magetan, Jawa Timur 48
Lampiran 2 Klasifikasi Jenis Cacat Produksi Sepatu di UKM Praktis Sepatu di wilayah Magetan, Jawa Timur 49
Lampiran 3 Uji Distribusi Poisson dengan Kolmogrov Smirnov 50
Lampiran 4 Center Line, Upper Center Line, dan Lower Center Line Peta Kendali c 51
Lampiran 5 Center Line, Upper Center Line, dan Lower Center Line Peta Kendali ISRT- c 52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi saat ini perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi berperan sangat besar dalam kemajuan suatu negara terlebih lagi pada bidang industri. Indonesia sebagai negara berkembang berusaha untuk memajukan sektor industrinya agar dapat bersaing dengan negara lain. Perusahaan-perusahaan saat ini semakin kompetitif dengan berusaha untuk bersaing dengan perusahaan lainnya di bidang industri. Salah satu cara untuk dapat bersaing di dunia industri adalah dengan menghasilkan produk dengan kualitas yang tinggi. Tak dapat dipungkiri bahwa kualitas menjadi hal utama bagi perusahaan untuk dapat bertahan.

Menurut Kotler dan Keller dalam Anggraeni, dkk (2016) Kualitas merupakan keseluruhan ciri dan sifat dari suatu produk atau jasa yang bergantung pada kemampuannya untuk dapat memuaskan kebutuhan yang diharapkan pelanggan. Kualitas produk merupakan karakteristik utama bagi perusahaan karena dengan adanya produk dengan kualitas yang tinggi dapat menjadi indikator yang penting bagi perusahaan untuk dapat terus bertahan ditengah persaingan industri yang semakin ketat seperti saat ini. Kegiatan pengendalian kualitas dapat membantu meningkatkan mutu dan kualitas produk suatu perusahaan. Menurut Gunawan dalam Idris, dkk (2016) Berbagai industri saat ini berusaha untuk merancang kualitas agar dapat mengantisipasi tuntutan persaingan industri yang semakin kompetitif serta dapat mengurangi kerugian dari biaya kualitas yang disebabkan oleh ketidaksesuaian produk.

Salah satu metode Pengendalian Kualitas Statistik yang digunakan adalah Peta kendali. Peta kendali dapat digunakan sebagai alat pengendalian manajemen guna mencapai tujuan tertentu berkenaan dengan kualitas proses(Yemima, dkk 2014).Terdapat dua macam Peta Kendali menurut jenis karakteristik kualitasnya, yaitu Peta Kendali atribut dan Peta Kendali variabel. Peta Kendali atribut digunakan apabila karakteristik kualitas yang diamati hanya dinyatakan dengan kategori (cacat atau tidak cacat) atau bersifat kualitatif. Sedangkan Peta Kendali variabel

digunakan apabila karakteristik kualitasnya dapat diukur (Yulianti, 2017). Peta kendali p berguna untuk mengendalikan proporsi ketidaksesuaian yang diasumsikan berdistribusi binomial dengan menggunakan pendekatan distribusi normal. Tetapi saat proporsi ketidaksesuaian kecil, kinerja dari peta kendali p menjadi kurang memadai dikarenakan kemiringan yang menyebabkan asimetris. Maka dari itu, dikembangkanlah peta kendali untuk proporsi ketidaksesuaian kecil yaitu peta kendali p menggunakan metode peningkatan transformasi akar kuadrat (*Improved Square Root Transformation/ISRT*) atau dengan kata lain peta kendali ISRT- p . Adapun penelitian mengenai peta kendali ISRT- p telah dilakukan oleh (Rasyid, 2021) yang memberikan hasil bahwa peta kendali ISRT- p lebih efektif dalam mendeteksi perubahan proses produksi untuk proporsi ketidaksesuaian yang kecil dibandingkan dengan peta kendali p . Penelitian lain juga tentang peta kendali p menggunakan metode peningkatan transformasi akar kuadrat (*Improve Square Root Transformation/ISRT-p EWMA*) telah dilakukan juga oleh (Januar Noviana, 2019).

Peta kendali atribut lainnya selain peta kendali p adalah peta kendali c yang mengikuti asumsi distribusi Poisson dengan jumlah sampel pada setiap pengamatan konstan. Peta kendali c menunjukkan banyaknya ketidaksesuaian dalam unit yang diinspeksi (Saputro, 2020). Namun, pada prakteknya pada peta kendali c terdapat tingkat cacat rendah pada proses produksi atau ukuran sampel tidak cukup besar terutama karena adanya kemencengan yang signifikan dalam distribusi. Untuk mengatasi hal tersebut dikembangkan peta kendali c dengan menggunakan ekspansi Cornish-fisher untuk mengatasi tingkat cacat rendah pada proses produksi. Hal ini juga telah ditunjukkan dalam penelitian (Uskono, 2016) dengan menggunakan peta kendali c menggunakan modifikasi Cornish-fisher yang memiliki keunggulan terutama dapat memonitoring produksi ketika nilai c kecil. Metode lainnya untuk mengatasi tingkat cacat rendah pada proses produksi adalah dengan menggunakan metode modifikasi transformasi akar kuadrat (*Improved Square Root Transformation/ISRT*). Selanjutnya (Tsai, dkk 2006) juga mengusulkan metode peningkatan transformasi akar kuadrat untuk data yang berdistribusi binomial dan poisson, serta dapat diaplikasikan dalam tiga grafik pengendali salah satunya peta kendali ISRT- c .

UKM Praktis adalah sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi sepatu kulit dengan berbagai macam bentuk dan warna. Produk yang dihasilkan oleh UKM Praktis Sepatu antara lain sepatu pantofel pria, sepatu pantofel wanita, sandal pria, sandal wanita, tas, dompet dan sabuk. Namun pada penelitian ini data yang digunakan adalah data cacat produksi sepatu. Maka berdasarkan uraian diatas penelitian ini akan mengkaji peta kendali c dengan menggunakan modifikasi transformasi akar kuadrat dengan judul **“Peta Kendali c Berdasarkan Metode Modifikasi Transformasi Akar Kuadrat Dalam Pengendalian Kualitas Hasil Produksi Sepatu”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana menentukan peta kendali c berdasarkan metode modifikasi transformasi akar kuadrat ?
2. Bagaimana kinerja peta kendali c-ISRT dibandingkan peta kendali c setelah diaplikasikan pada data hasil produksi sepatu?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Memperoleh peta kendali c berdasarkan metode peningkatan transformasi akar kuadrat (peta kendali c-ISRT)
2. Memperoleh hasil perbandingan peta kendali c-ISRT dengan peta kendali c pada data hasil produksi sepatu

1.4 Batasan Masalah

1. Data yang digunakan adalah data hasil produksi sepatu. Data diasumsikan berdistribusi Poisson.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengendalian Kualitas

Dari sudut pandang ekonomi, kualitas merupakan faktor fundamental dalam keputusan konsumen untuk mengonsumsi produk atau jasa tersebut. Sejalan dengan itu, bagi produsen, kualitas produksi juga memegang peranan yang sangat penting terkait dengan layak atau tidaknya suatu barang produksi atau jasa untuk dikonsumsi ataupun dipasarkan terutama di era persaingan saat ini. Oleh karena itu, bahkan profesional (peneliti) selalu membawa inovasi baru untuk selalu merancang kesempurnaan produknya. Atas dasar ini maka sangat diperlukan pengendalian kualitas barang (produk) agar dapat menghasilkan produk yang berkualitas (Jatmiko, 2009).

Pengendalian kualitas adalah kegiatan (manajemen perusahaan) yang diperlukan untuk menjaga kualitas produk dan jasa dari perusahaan agar dapat bertahan sesuai dengan yang telah direncanakan. Pengendalian kualitas juga merupakan suatu sistem untuk memastikan dan memelihara atau mempertahankan kualitas yang diinginkan dari suatu produk atau proses melalui perencanaan yang cermat, penggunaan peralatan yang sesuai, pemantauan terus menerus, dan tindakan korektif yang diperlukan. Dengan demikian, hasil yang diperoleh dari kegiatan pengendalian kualitas sangat dapat meningkatkan kualitas produk dan memenuhi standar yang direncanakan ataupun ditetapkan oleh pelanggan (Sulaeman, 2014).

Ada beberapa faktor dalam pengendalian kualitas yang mempengaruhi perusahaan, antara lain sebagai berikut (Rinaldi, 2017) :

1. Kemampuan proses, dalam hal ini batas yang ingin dicapai harus disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada karena menjadi tidak berguna jika mengontrol proses diluar kemampuan batas-batas kesanggupan proses yang ada.
2. Sebelum memulai pengendalian kualitas pada proses harus dapat dipastikan terlebih dahulu mengenai spesifikasi yang berlaku, juga hasil produksi yang

ingin dicapai harus dapat berlaku, jika dilihat dalam hal kapasitas proses dan juga kebutuhan konsumen yang ingin dicapai dari hasil produksi.

3. Tingkat ketidaksesuaian yang dapat diterima, sebagaimana tujuan dari pengendalian proses adalah untuk meminimalkan produk yang tidak memenuhi kriteria. Tingkat pengendalian yang diterapkan tergantung pada jumlah atau banyaknya produk yang berada di bawah kriteria.
4. Biaya kualitas berpengaruh signifikan terhadap tingkat pengendalian produk, dimana biaya memiliki hubungan yang positif dengan produksi produk yang berkualitas.

2.2 Pengendalian Kualitas Statistik

Pengendalian kualitas statistik (Statistical Quality Control) merupakan metode yang digunakan perusahaan dalam melakukan pengendalian kualitas. Menurut Yamit dalam Elmas(2017), Pengendalian Kualitas Statistik adalah alat yang sangat berguna untuk memastikan bahwa produk memenuhi spesifikasi dari awal hingga akhir. Kemudian terdapat pengertian lain menurut Assauri dalam Elmas(2017), Statistical Quality Control atau Pengendalian Kualitas Statistik adalah suatu sistem untuk membantu mencapai efisiensi dengan sistem yang dirancang untuk mempertahankan standar kualitas produk yang seragam dengan biaya minimum.

Pengendalian kualitas statistik juga merupakan seperangkat alat pemecahan masalah yang berguna untuk meningkatkan fungsionalitas dengan mencapai stabilitas proses dan mengurangi variabilitas. Tujuan utama dari Pengendalian Kualitas Statistik adalah agar cepat mendeteksi terjadinya penyebab spesifik dari pergeseran proses sehingga upaya validasi proses dan tindakan korektif dapat diambil untuk meminimalkan produksi yang tidak sesuai(Yulianti, 2017). Dari sudut pandang statistik ada dua macam variasi kualitas yang dikenal, yaitu sebagai berikut(Uriyani, 2009):

1. Variasi yang timbul secara kebetulan dan tidak dapat dihindari atau bersifat probabilistik.
2. Variasi yang timbul dengan tidak menentu disebabkan penyebab yang tidak wajar atau bersifat eratik.

Variasi yang pertama dari proses memenuhi spesifikasi tertentu dan dapat dikatakan proses dalam keadaan yang terkendali, maka proses ini dapat berlanjut dan tidak dapat dihentikan. Sedangkan jika terjadi variasi yang kedua dikatakan proses di luar kendali dan perlu menemukan penyebab dan kemudian menghilangkannya. Proses yang sudah tidak terkendali harus dihentikan dan diperbaiki agar proses tetap terkendali, sehingga perlu dilakukan pengendalian kualitas. Menurut Sudjana dalam Uriyani(2009) pengendalian statistik dapat dilakukan dengan menganalisis dan meminimalkan varians atau kesalahan, mengukur kemampuan proses, dan meningkatkan proses manufaktur dengan menghubungkan konsep dan metode yang ada.

2.3 Distribusi Poisson

Distribusi *Poisson* adalah distribusi probabilitas dari variabel acak X yang menetapkan jumlah keberhasilan yang terjadi dalam interval waktu atau wilayah tertentu, dan X dikatakan sebagai distribusi *Poisson* jika tiga kondisi berikut terpenuhi(Sari, 2020) :

- a. *Independence* : jumlah keberhasilan yang terjadi pada satu waktu dan tidak tergantung pada jumlah keberhasilan pada waktu lain.
- b. *Lack of Clustering* : probabilitas bahwa dua atau lebih peristiwa terjadi secara berurutan dan dapat dianggap sama dengan nol.
- c. *Rate* : jumlah rata-rata kejadian per satuan waktu adalah konstan, dan tidak berubah dari waktu ke waktu.

Variabel acak X berdistribusi *Poisson* jika fungsi densitasnya ditentukan sebagai berikut (Astuti, 2020):

$$f(x) = \begin{cases} \frac{(\lambda t)^x e^{-\lambda t}}{x!} & , x = 0,1,2, \dots \\ 0 & \end{cases} \quad (2.1)$$

Dimana $0 < \lambda < \infty$ merupakan parameter dari rata-rata banyaknya sukses yang terjadi dalam selang waktu tertentu, dan $e = 2.71828 \dots$

dengan λ adalah suatu konstanta positif yang diketahui.

Nilai harapan dari variabel acak X yang berdistribusi Poisson adalah $E(X) = \lambda t$

dimana :

$$\begin{aligned}
 E(X) &= \sum_{x=0}^{\infty} xf(x) \\
 &= \sum_{x=0}^{\infty} x \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^x}{x!} \\
 &= \sum_{x=0}^{\infty} x \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t) (\lambda t)^{x-1}}{x(x-1)!} \\
 &= \lambda t \sum_{x=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^{x-1}}{(x-1)!}
 \end{aligned}$$

Misalkan $y = x - 1$, maka

$$E(X) = \lambda t \sum_{y=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^y}{(y)!}$$

Berdasarkan distribusi peluang diskrit, $\sum_{x=0}^{\infty} f(x) = 1$, maka diperoleh

$$E(X) = \lambda t \sum_{y=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^y}{(y)!} = \lambda t(1) = \lambda t \tag{2.2}$$

Variansi variabel acak X berdistribusi Poisson adalah $Var(X) = \lambda t$

dimana :

$$Var(X) = E(X^2) - (E[X]^2) \tag{2.3}$$

Misalkan $E(X^2) = E(X^2) - E(X) + E(X)$

$$= E(X^2 - X) + E(X)$$

$$= E[X(X - 1)] + E(X)$$

Terlebih dahulu ditentukan $E[X(X - 1)]$ yaitu :

$$\begin{aligned}
 E[X(X - 1)] &= \sum_{x=0}^{\infty} x(x - 1)f(x) \\
 &= \sum_{x=0}^{\infty} x(x - 1) \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^x}{x!} \\
 &= \sum_{x=0}^{\infty} x(x - 1) \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^2 (\lambda t)^{x-2}}{x(x - 1)(x - 2)!} \\
 &= \sum_{x=0}^{\infty} x(x - 1) \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^2 (\lambda t)^{x-2}}{x(x - 1)(x - 2)!} \\
 &= (\lambda t)^2 \sum_{x=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^{x-2}}{(x - 2)!}
 \end{aligned}$$

Kemudian misalkan $y = x - 2$, maka diperoleh

$$E[X(X - 1)] = (\lambda t)^2 \sum_{y=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^y}{y!}$$

Berdasarkan distribusi peluang diskrit, $\sum_{x=0}^{\infty} f(x) = 1$, maka diperoleh

$$E[X(X - 1)] = (\lambda t)^2 \sum_{y=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^y}{y!} = (\lambda t)^2 (1) = (\lambda t)^2$$

Selanjutnya diperoleh

$$E(X^2) = E[X(X - 1)] + E(X) = (\lambda t)^2 + \lambda t$$

Berdasarkan persamaan (2.3) dan nilai harapan distribusi Poisson, maka didapatkan

$$\begin{aligned}
 Var(X) &= E(X^2) - (E[X])^2 \\
 &= (\lambda t)^2 + \lambda t - (\lambda t)^2 = \lambda t
 \end{aligned}$$

Aplikasi atau penerapan distribusi *Poisson* dalam pengendalian kualitas adalah model dari jumlah cacat atau ketidaksesuaian yang ada dalam unit produk. Faktanya, fenomena dasar yang terjadi dalam satuan dasar (atau satuan luas, satuan

volume, satuan waktu, dll) seringkali dapat didekati dengan baik dengan distribusi *Poisson*.

Apabila parameter dari suatu proses tidak diketahui dapat dilakukan penaksiran parameter untuk membuat keputusan suatu populasi dari suatu sampel yang dipilih dari populasi tersebut. Misalkan $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ adalah pengamatan dalam sampel, maka mean sampel adalah sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.4)$$

Sehingga diperoleh taksiran mean dan variansi dari sampel acak distribusi *Poisson* yaitu sebagai berikut :

$$\hat{\mu} = \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.5)$$

dan

$$\hat{\sigma}^2 = S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.6)$$

Maka diperoleh nilai standar deviasi dari sampel acak distribusi *Poisson* adalah sebagai berikut :

$$\hat{\sigma} = S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}} \quad (2.7)$$

Distribusi *Poisson* dapat diturunkan sebagai bentuk limit dari distribusi *binomial*. Dengan kata lain dalam distribusi *binomial* parameter n dan p , ketika n mendekati tak hingga, p mendekati nol, dan $np = \lambda$ konstan maka diperoleh distribusi *Poisson*.

Percobaan *Poisson* memiliki ciri-ciri sebagai berikut (Aden et al., 2019) :

- a. Banyaknya hasil eksperimen (percobaan) yang terjadi dalam selang atau rentang waktu tertentu tidak bergantung pada banyaknya eksperimen (percobaan) yang terjadi dalam rentang waktu tertentu.
- b. Probabilitas bahwa suatu hasil percobaan akan terjadi dalam selang waktu yang sangat singkat atau di daerah yang sangat kecil adalah ukuran daerah sebanding dengan panjang selang waktu tertentu, dan tidak tergantung pada jumlah hasil percobaan, interval waktu atau di luar daerah.
- c. Probabilitas bahwa beberapa hasil eksperimen (percobaan) akan terjadi dalam interval waktu tertentu yang singkat atau dalam rentang waktu yang sempit bias diabaikan.

2.4 Distribusi Normal

Distribusi peluang kontinu yang paling penting dalam semua bidang statistik adalah distribusi normal. Distribusi normal adalah alat yang sangat penting untuk memperkirakan dan memprediksi berbagai peristiwa yang lebih luas. Grafik tersebut disebut kurva normal dan memiliki bentuk lonceng distribusi normal juga dikenal sebagai Distribusi *Gaussian*. Sebuah variabel acak kontinu X dengan distribusi berbentuk lonceng disebut variabel acak normal. Persamaan matematika distribusi peluang dari variabel normal kontinuitas bergantung pada dua parameter μ dan σ yaitu rata-rata dan simpangan bakunya.

Variabel acak X dikatakan berdistribusi normal, jika memiliki fungsi kepadatan sebagai berikut (Nurhidayah, 2014) :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

dengan $-\infty < x < \infty$; $-\infty < \mu < \infty$; $\sigma > 0$; $\pi \approx \frac{22}{7}$; $e \approx 2,71828 \dots$

maka variabel acak X dikatakan berdistribusi normal dengan mean μ dan varian σ^2 sebagai fungsi kepadatan peluang (PDF) seperti pada gambar 2.1



Gambar 2.1

Menurut Nurkhotimah dalam Rasyid(2021), jika distribusi lain didekati dengan distribusi normal, maka akan digunakan persamaan transformasi Z berdasarkan teorema limit pusat, yaitu jika $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ sampel acak dari suatu distribusi dengan rata-rata μ dan variansi $\sigma^2 < \infty$ maka distribusi pendekatan dari :

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n X_i - n\mu}{\sigma\sqrt{n}} = \frac{\sqrt{n}(\bar{X} - \mu)}{\sigma} \quad (2.8)$$

adalah distribusi normal standar dengan rata-rata nol dan variansi satu atau ditulis dengan $Z \sim N(0,1)$ untuk $n \rightarrow \infty$.

2.5 Uji Goodness Of Fit

Uji kesesuaian (goodness of fit) bertujuan untuk mengambil kesimpulan tentang sebaran populasi. Uji ini didasarkan pada seberapa baik kesesuaian / kecocokan (goodness of fit) antara frekuensi pengamatan yang diperoleh data sampel dengan frekuensi harapan yang diperoleh dari distribusi yang dihipotesiskan. Uji goodness of fit untuk mengetahui suatu data berdistribusi *Poisson* atau tidak dengan menggunakan tes Kolmogorov Smirnov uji *Poisson*

Hipotesis :

H_0 : $F(X) = F_0(X)$ (Data berdistribusi poisson)

H_1 : $F(X) \neq F_0(X)$ (Data tidak berdistribusi poisson)

Taraf signifikansi $\alpha = 0,05$

Statistik Uji :

$$D = |F_0(X) - F(X)|$$

H_0 ditolak jika nilai $D > D_\alpha$, dimana D_α nilai kritis yang diperoleh dari tabel *kolmogrov smirnov*, dan H_0 ditolak jika nilai sig hasil output memiliki nilai kurang dari 0,05 yang artinya data tidak berdistribusi poisson.

2.6 Peta Kendali

Peta kendali pertama kali dikeluarkan oleh Dr. Walter A. Shewhart saat bekerja di Western Elektik. Peta kendali adalah representasi grafis dari informasi yang menunjukkan bahwa proses manufaktur berada di bawah kendali atau di luar kendali. Peta kendali terkadang menunjukkan perubahan pada data, serta

penyimpangan dapat dilihat pada peta kendali tetapi tidak menunjukkan alasan penyimpangan. Peta kendali juga dapat menampilkan batasan pembuatan proses dengan tingkat kepercayaan tertentu. Peta kendali dapat dibagi menjadi dua jenis utama yaitu peta kendali variabel dan peta kendali atribut. Jika atribut kualitas dapat diukur dan dapat dinyatakan sebagai angka, maka disebut peta kendali variabel. Kemudian di sisi lain, ketika karakteristik kualitas dapat diukur dengan menggunakan skala kuantitatif dan hanya baik atau buruk yang dapat ditentukan maka disebut peta kendali atribut (Fajrah, 2015).

Format dasar peta kendali biasanya berisi tiga garis yaitu garis tengah (*Central Line*), batas kendali atas (*Upper Central Line*), dan batas kendali bawah (*Lower Central Line*). Teori umum peta kendali yang dikembangkan oleh Dr. Walter A. Shewhart memiliki model umum yang dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut (Hidayat, 2016) :

$$\text{Garis tengah (Central Line)} = \mu_w$$

$$\text{Batas kendali atas (Upper Central Limits)} = \mu_w + k\sigma_w$$

$$\text{Batas kendali bawah (Lower Central Limits)} = \mu_w - k\sigma_w$$

Dengan :

w : Statistik sampel yang mengukur unsur karakteristik kualitas

μ_w : Mean dari w

σ_w : Deviasi Standar dari w

k : Jarak batas-batas pengendali dari garis tengah yang dinyatakan sebagai unit deviasi standar.

Suatu proses dianggap berada di bawah kendali statistik jika pengamatan terletak diantara Batas Kendali Atas (UCL) dan Batas Kendali Bawah (LCL). Dalam kondisi ini proses tidak memerlukan tindakan korektif. Namun jika terdapat pengamatan di luar UCL (*Upper Control Limits*) dan LCL (*Lower Control Limits*), berarti pengamatan berada di luar kendali. Peta Kendali adalah grafik statistik yang

membantu semua pihak, terutama perusahaan untuk menentukan apakah suatu produk berkualitas tinggi.

Peta Kendali berguna untuk memudahkan proses kualitas statistik antara lain sebagai berikut :

1. Memastikan bahwa proses berada dalam kendali statistik.
2. Penyelidikan segera atas penyebab atau perubahan proses yang tidak terduga sehingga tindakan korektif dapat diambil dengan segera.
3. Mengendalikan proses manufaktur dalam kapabilitas proses dan identifikasi dapat memberikan informasi untuk meningkatkan proses manufaktur.
4. Terus memantau proses dari waktu ke waktu untuk menjaga stabilitas statistik proses dan mengidentifikasi variasi penyebab umum.
5. Alat yang sangat efektif untuk meminimalkan variabilitas proses untuk tujuan utama pengendalian proses.
6. Menentukan kapabilitas proses. Batas variasi proses ditentukan setelah proses berada dalam kendali statistik.

Peta Kendali juga dapat digunakan sebagai alat kontrol manajemen untuk mencapai tujuan kualitas proses tertentu. Dalam menyusun grafik pengendali proses statistik memerlukan beberapa langkah berikut(Latif, 2017) :

- a. Menentukan tujuan (sasaran) yang ingin dicapai
- b. Menentukan jumlah sampel dan jumlah pengamatan
- c. Mengumpulkan data
- d. Menentukan garis tengah dan batas pengendali
- e. Mengubah garis tengah dan batas pengendali

2.7 Peta Kendali c

C dalam C-chart adalah singkatan dari “count” atau jumlah cacat, yang berarti bahwa C-chart dihasilkan berdasarkan jumlah cacat dalam item. Produk yang dikatakan cacat adalah produk yang tidak memenuhi satu atau lebih spesifikasi yang ditentukan oleh beberapa kriteria atau beberapa parameter. Untuk setiap produk cacat biasanya ada cacat lagi (harus mencatat jumlah cacat)(Rajab, 2015).

Grafik C-chart menjelaskan cacat atau jumlah cacat per item atau unit. Checklist ini digunakan untuk memeriksa kualitas proses produksi(Saputro, 2020).

Pengujian suatu produk biasanya dilakukan untuk mengontrol bagian yang ditolak atau persentase produk cacat (defective parts), yaitu proporsi produk cacat terhadap populasi secara keseluruhan. Tingkat cacat dapat dinyatakan sebagai decimal atau persentase(Saputro, 2020). Dalam tabel kendali mutu densitas dinyatakan sebagai persentase. Peta kendali yang digunakan untuk memantau timbulnya ketidaksesuaian akibat suatu proses adalah peta kendali c dengan rata-rata mean dan standar deviasi dari c adalah sebagai berikut (Handaru & Mardiyati, 2014).

$$\mu_c = \frac{c}{n} \tag{2.8}$$

$$\sigma_c = \sqrt{c} \tag{2.9}$$

Langkah-langkah membuat Peta kendali C-chart adalah sebagai berikut (Saputro, 2020):

- 1.) Mengumpulkan jumlah sampel (n)
- 2.) Menghitung garis pusat (center line)

$$CL = \bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^n ci}{n} \tag{2.10}$$

Keterangan :

$CL = \bar{c}$ = Central Limit = garis pusat

ci = banyaknya produk cacat pada tiap observasi

n = banyaknya observasi

- 3.) Menghitung Batas Pengendali Bawah (Lower Control Unit)

$$LCL = BPB = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \tag{2.11}$$

LCL = *Lower Control Limit* = Batas Pengendali Bawah

4.) Menghitung Batas Pengendali Atas (Upper Control Unit)

$$UCL = BPA = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad (2.12)$$

UCL = *Upper Control Limit* = Batas Pengendali Atas

2.8 Deret Taylor dan Analisis Galat

Deret Taylor banyak digunakan untuk mendapatkan solusi numerik. Deret Taylor dinamai oleh matematikawan Inggris Brook Taylor (1685-1731) yang merupakan representasi dari fungsi matematika sebagai jumlahan tak hingga dari suku-suku yang nilainya dihitung dari turunan fungsi pada suatu titik. Salah satu fungsi deret Taylor adalah memberikan solusi aproksimasi (hampiran) dari fungsi $f(x)$ sehingga dapat menaksir nilai akar dari suatu fungsi. Misalnya dalam soal matematika, ada beberapa fungsi $f(x)$ yang bentuknya kompleks dan tidak dapat dengan mudah menentukan nilai yang akurat. Dengan asumsi fungsi $f(x) = \ln(x)$ nilai $f(x)$ menjadi sulit dihitung tanpa bantuan kalkulator dan komputer. Oleh karena itu $f(x)$ dapat ditaksir dengan menggunakan deret Taylor yang dijelaskan pada teorema berikut :

Misalkan f dan semua turunannya f', f'', f''', \dots adalah fungsi kontinu dalam interval tertutup $[a, b]$. Misalkan $x_0 \in [a, b]$, kemudian untuk nilai x mendekati x_0 dan $x \in [a, b]$, maka $f(x)$ dapat diekspansi (dikembangkan) dalam deret Taylor sebagai berikut :

$$f(x) = f(x)_0 + \frac{(x - x_0)}{1!} f'(x_0) + \frac{(x - x_0)^2}{2!} f''(x_0) + \frac{(x - x_0)^3}{3!} f'''(x_0) + \dots + \frac{(x - x_0)^m}{m!} f^m(x_0) + \dots \quad (2.13)$$

Selanjutnya jika dimisalkan $x - x_0 = h$, maka deret Taylor dapat ditulis sebagai berikut :

$$f(x) = f(x)_0 + \frac{h}{1!}f'(x_0) + \frac{h^2}{2!}f''(x_0) + \frac{h^3}{3!}f'''(x_0) + \dots + \frac{h^m}{m!}f^m(x_0) + \dots$$

Deret Taylor yang terpotong pada suku orde ke- n dapat ditulis sebagai berikut :

$$\begin{aligned} f(x) = f(x)_0 + \frac{(x - x_0)}{1!}f'(x_0) + \frac{(x - x_0)^2}{2!}f''(x_0) \\ + \frac{(x - x_0)^3}{3!}f'''(x_0) + \dots + \frac{(x - x_0)^n}{n!}f^n(x_0) \\ + R_n(x) \end{aligned} \quad (2.14)$$

Dimana $R_n(x) = \frac{f^{(n+1)}(c)}{(n+1)!}(x - x_0)^{n+1}$, $x_0 < c < x$ merupakan galat atau sisaan (residu).

Galat (*error*) adalah selisih antara solusi eksak dan sulousi numerik dan dapat dituliskan sebagai berikut :

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

dengan :

ε = galat atau sisaan (residu)

x = nilai sebenarnya (eksak)

\hat{x} = nilai hampiran (aproksimasi)

Jika tingkat besaran dari nilai yang diverifikasi tidak diamati sama sekali, maka itu disebut sebagai kesalahan absolut (ε_m) yang dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\varepsilon_m = |x - \hat{x}| \quad (2.15)$$

Interpretasi nilai galat (kesalahan) dapat diatasi dengan menormalkan galat (kesalahan) terhadap nilai eksaknya yang disebut pula dengan galat relative dengan definisi sebagai berikut :

$$\varepsilon_R = \frac{\varepsilon_m}{x} \text{ dalam persentase yaitu : } \varepsilon_R = \frac{\varepsilon_m}{x} \times 100\%$$

Dalam prakteknya, nilai eksaknya sering tidak diketahui, sehingga galat harus dinormalisasi menjadi suatu nilai aproksimasi (hampiran) yang disebut dengan galat relatif hampiran sebagai berikut :

$$\varepsilon_{RA} = \frac{\varepsilon_m}{x}$$

2.9 Average Run Length

Average Run Length (ARL) adalah rata-rata banyaknya sampel yang harus diamati sampai sampel tersebut terindikasi kondisi yang tidak terkendali (out of control). ARL digunakan untuk mengukur efektivitas kinerja dari peta kendali untuk mendeteksi adanya pergeseran dalam suatu proses. Terdapat dua nilai ARL yaitu ARL_0 (ARL in control) dan ARL_1 (ARL out of control). Jika proses dalam keadaan in control (terkendali) maka digunakan ARL_0 sehingga ARL_0 akan lebih besar dan ARL_1 akan bernilai kecil bila proses dalam keadaan out of control (tidak terkendali) dengan rumus sebagai berikut :

$$ARL_0 = \frac{1}{P(\text{Tolak } H_0 | H_0 \text{ Benar})} = \frac{1}{\alpha} \quad (2.16)$$

$$ARL_1 = \frac{1}{P(\text{Terima } H_0 | H_0 \text{ Benar})} = \frac{1}{1 - \beta} \quad (2.17)$$

dimana H_0 adalah proses dalam keadaan terkendali (in control). Selanjutnya dalam uji hipotesis α adalah tipe kesalahan I yang merupakan probabilitas menetapkan bahwa proses dalam keadaan tidak terkendali (out of control) tetapi nyatanya proses dalam keadaan terkendali (in control). Sedangkan dalam uji hipotesis β adalah tipe kesalahan II yang merupakan probabilitas menetapkan bahwa proses dalam keadaan terkendali (in control) tetapi nyatanya proses dalam keadaan tidak terkendali (out of control) sehingga $1 - \beta$ merupakan probabilitas yang menetapkan bahwa proses dalam keadaan tidak terkendali (out of control) sebagai proses yang out of control (Van Delsen, 2015).

Apabila X adalah variabel acak yang menyatakan banyaknya sampel sampai ditemukannya out of control yang pertama, maka $P(X = x) = \beta^{x-1}(1 - \beta)$

sehingga ekspektasi banyak sampel yang diamati sampai ditemukan out of control pertama adalah (Dwi Yuli Rakhmawati & Mashuri, 2011) :

$$\begin{aligned}
 E[X] &= \sum_{x=1}^{\infty} x\beta^{x-1}(1-\beta) \\
 &= (1-\beta) \sum_{x=1}^{\infty} x\beta^{x-1} \frac{1}{(1-\beta)^2} \\
 &= \frac{1}{(1-\beta)}
 \end{aligned}$$

ARL_0 dapat diartikan sebagai titik pengamatan rata-rata yang harus dibuat grafiknya sampai ditemukan pengamatan yang tidak terkendali, pada saat proses dalam keadaan terkendali. Sedangkan ARL_1 dapat diartikan sebagai titik pengamatan rata-rata yang perlu dibuat grafiknya sampai ditemukan pengamatan yang tidak terkendali pada proses dalam keadaan tidak terkendali. Oleh karena itu jika nilai ARL yang dihasilkan menurun, maka sampel yang dibutuhkan untuk mensinyalkan perubahan proses berkurang atau dengan kata lain semakin kecil nilai ARL maka peta kendali semakin efektif untuk dapat mendeteksi perubahan proses.

2.10 UKM Praktis Sepatu

Praktis adalah sebuah perusahaan manufaktur dimana perusahaan tersebut memproduksi sepatu kulit dengan beragam bentuk dan juga warna. Awal didirikannya perusahaan ini adalah pada Desember 1986 dengan tenaga kerja hanya sebanyak 2 orang saat itu dan mampu menghasilkan produk sepatu sebanyak 10 unit per hari. Awal pembentukan perusahaan diterapkan sistem penjualan keliling. Selanjutnya perusahaan mulai berkembang pesat tahun 1998 dan karyawan menjadi bertambah sebanyak 10 orang sehingga proses produksi mampu dilakukan sebanyak 30 unit per hari. UKM Praktis Sepatu menghasilkan produk antara lain sepatu *pantofel* pria, sepatu *pantofel* wanita, sandal pria, sandal wanita, tas, dompet dan sabuk. Namun dari semua produk yang dihasilkan yang menjadi *best seller* adalah sepatu *pantofel* pria/wanita.