

**PENERAPAN PETA KENDALI NONPARAMETRIK
CUMULATIVE-SUM BERDASARKAN STATISTIK
MANN-WHITNEY PADA PENGENDALIAN
KUALITAS PRODUK
(Studi Kasus: Produksi Koran di PT. Fajar
Makassar Grafika)**

SKRIPSI



MUH.ISHAK

H051181321

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

**PENERAPAN PETA KENDALI NONPARAMETRIK
CUMULATIVE-SUM BERDASARKAN STATISTIK MANN-
WHITNEY PADA PENGENDALIAN
KUALITAS PRODUK**

(Studi Kasus: Produksi Koran di PT. Fajar Makassar Grafika)

SKRIPSI

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

**MUH.ISHAK
H051181321**

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

LEMBAR PERNYATAAN KEOTENTIKAN

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

**PENERAPAN PETA KENDALI NONPARAMETRIK
CUMULATIVE-SUM BERDASARKAN STATISTIK *MANN-WHITNEY* PADA PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK
(Studi Kasus: Produksi Koran di PT. Makassar Fajar Grafika)**

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

Makassar, 26 Januari 2023



Muh. Ishak
NIM H051181321

**PENERAPAN PETA KENDALI NONPARAMETRIK
CUMULATIVE-SUM BERDASARKAN STATISTIK MANN-
WHITNEY PADA PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK
(Studi Kasus: Produksi Koran di PT. Makassar Fajar Grafika)**

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama



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

NIP. 197504292000032001

Pembimbing Pertama



Dra. Nasrah Sirajang, M.Si.

NIP. 196505191993032002

Ketua Program Studi



Dr. Nurfitri Sunusi, S.Si., M.Si.

NIP. 19720117 199703 2 002

Pada 26 Januari 2023

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Muh.Ishak

NIM : H051181321

Program Studi : Statistika

Judul Skripsi : Penerapan Peta Kendali Nonparametrik *Cumulative-Sum*
Berdasarkan Statistik *Mann-Whitney* Pada Pengendalian
Kualitas Produk
(Studi Kasus: Produksi Koran Di PT. Fajar Makassar
Grafika)

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 : Dra. Nasrah Sirajang, M.Si. (.....)
3. Anggota : Dr. Dr. Georgina Maria Tinungki, M.Si. (.....)
4. Anggota : Dr. Nurtiti Sunusi, S.Si., M.Si. (.....)

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 26 Januari 2023

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji hanya milik Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala* atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sampai saat ini. Shalawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wa sallam. Alhamdulillahirobbil 'aalamiin*, berkat rahmat dan kemudahan yang diberikan oleh Allah *Subhanallahu Wa Ta'ala*, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Penerapan Peta Kendali Nonparametrik *Cumulative-Sum* Berdasarkan Statistik *Mann-Whitney* pada Pengendalian Kualitas Produk (Studi Kasus: Produksi Koran di PT. Fajar Makassar Grafika)**” sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Statistika Departemen Statistika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis telah melewati perjuangan panjang dan pengorbanan yang tidak sedikit. Namun berkat rahmat dan izin-Nya serta dukungan dari berbagai pihak yang turut membantu sehingga akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan di waktu yang terbaik menurut Allah swt. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya dan penghargaan yang tak terhingga kepada **Bapak Abdu Rauf dan Ibunda Jawiah, A.Ma., Pd.** terima kasih kepada Bapak dan Ibu atas segala kekuatan, kepercayaan, nasihat, kesabaran dan dukungan material serta do'a yang selalu menyertai setiap langkah penulis. Dan untuk kakak tercinta **Zainuddin, S K M., Ns. Al Mutmainnah Rauf, S.Kep., Muh.Yusuf**, dan **Basuki Rahmat** serta ipar-ipar saya **Tanti Rahmawani, S.Pd., Kartini, S.Pd.i.**, dan **Asran, S.Sos.** terima kasih karena senantiasa membantu penulis dan selalu sabar kepada penulis dengan banyaknya permintaan penulis selama skripsi ini dibuat. Serta seluruh keluarga penulis yang menjadi sumber do'a yang tidak pernah terputus mengiringi langkah penulis sejak lahir di dunia ini.

Penghargaan yang tulus dan ucapan terima kasih dengan penuh keikhlasan juga penulis ucapkan kepada:

1. **Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.**, selaku Rektor Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.

2. **Bapak Dr. Eng. Amiruddin, S.Si., M.Si.**, 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, segenap Dosen Pengajar dan Staf yang telah membekali ilmu dan 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 sekaligus penasehat akademik penulis yang telah ikhlas meluangkan waktu dan pemikirannya untuk memberikan arahan, pengetahuan, motivasi dan bimbingan di tengah kesibukannya.
5. **Ibu Dra. Nasrah Sirajang, M.Si.** selaku pembimbing pertama penulis yang telah meluangkan waktunya di tengah kesibukan untuk memberikan arahan, pengetahuan, motivasi, bimbingan untuk penulis.
6. **Ibu Dr. Dr Georgina Maria Tinungki, M.Si.** dan **Ibu Dr. Nurtiti Sunusi S.Si., M.Si.** selaku tim penguji yang telah memberikan saran dan kritikan yang membangun dalam penyempurnaan penyusunan tugas akhir ini.
7. **Bapak dan Ibu Dosen Departemen Statistika** yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan kepada penulis sehingga dapat dijadikan dasar dalam penulisan skripsi ini.
8. **PT. Makassar Fajar Grafika** yang telah membantu dalam penyediaan data untuk melakukan penelitian ini.
9. Keluargaku tercinta terkhusus sepupu saya **Kak Indrawati Darwis, S.Pt., M.Si.** yang telah memberikan tempat tinggal kepada penulis selama proses perkuliahan.
10. Sahabat tersayang penulis, **Asriani, Dewi Ratnasari, Nahrul Hayat Nurdin** yang selalu mendukung dan mengerti penulis. Bertemu dan berteman dengan kalian adalah satu berkat yang penulis sangat syukuri, terima kasih masih selalu ada dan percaya dari jaman sekolah sampai sekarang selalu ada waktu berkumpul dan berbagi cerita.
11. Teman-teman **INTEGRAL 2018**, terkhusus kepada **A. Annisa Miftahul Sakinah, Naura Alfatiyah Arda, Juni Wahdaniyah, Nurul Rezki, Marsya**

Anggun Prisila, Fadhil Al-Anshory, Nur Anisa Syahbani Salim, Amalia Andrianingrum, Muh. Ainun Luthfi, Zulhijrah, Alfiana Wahyuni, Rael Hofni Tandirerung Terima kasih telah memberikan warna dalam dunia perkuliahan dan mengajarkan arti persaudaraan. Pengalaman berharga telah penulis dapatkan dari teman-teman selama berproses bersama. Tanpa kalian semua, rasanya kehidupan kampus takkan meninggalkan kesan yang sedemikian mendalam.

12. Teman baik penulis, **Sonya** dan **Fitra Damayanti** yang sejak awal pemilihan judul tugas akhir ini selalu setia mendengarkan keluh kesah penulis serta memberikan dukungan dan motivasi, terima kasih telah berbagi waktu selama pengerjaan tugas akhir ini. Terima kasih juga kepada **Wardatun Sayyidah** dan **Rifka Yulia Sari Ifadah Latif** menjadi teman baik penulis dari awal perkuliahan sampai saat ini, terima kasih untuk cerita perkuliahannya, senang mengenal kalian.
13. Teman-teman **Statistika 2018** terima kasih atas kebersamaan selama menjalani pendidikan di Departemen Statistika. Terkhusus kepada **Nur Anugrah Yusuf, Fiska Evryan, Nurul Nur Kholifah, Taufiq Akbar, Nova, Kezia Agra Palinoan, Nehemia Milenium Payung, Victor Liman, Hajratul Aswad, Kaharuddin** yang selalu membantu dan menjadi sosok guru bagi penulis. Terima kasih untuk ceritanya selama ini.
14. **Keluarga Mahasiswa FMIPA Unhas, HIMASTAT FMIPA UNHAS dan HIMATIKA FMIPA UNHAS**, terimakasih atas seluruh pengalaman, pembelajaran serta telah menjadi keluarga penulis selama masa perkuliahan.
15. Teman-teman **KKN Tematik Gelombang 106 Sinjai 1** terima kasih atas kebersamaan selama menjalani kuliah kerja nyata. Terkhusus kepada **Nurul Awalia Putri, Sri Armadani, Sulaeman Resky, Muallimah, Magfirah, Nur Aqila Ismail, Kamtina Musyfirah, Firdayunita** yang telah menjadikan suasana KKN yang menyenangkan. Terima kasih untuk ceritanya.
16. Untuk **Muh.Ishak** selamat karena telah sampai di tahap ini, terima kasih sudah kuat dan hebat.
17. Kepada seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, terima kasih setinggi-tingginya untuk segala dukungan dan partisipasi yang

diberikan kepada penulis semoga bernilai ibadah di sisi Allah *Subhanahu Wa Ta'ala*.

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

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, 26 Januari 2023



Muh.Ishak

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

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

Nama : Muh.Ishak
NIM : H051181321
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:

“Penerapan Peta Kendali Nonparametrik *Cumulative-Sum* Berdasarkan Statistik *Mann-Whitney* pada Pengendalian Kualitas Produk

(Studi Kasus: Produksi Koran di PT. Fajar Makassar Grafika)”

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, 26 Januari 2023

Yang menyatakan



(Muh.Ishak)

ABSTRAK

Statistik Proses Control (SPC) merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk mengawasi, mengontrol, dan menganalisis proses produksi mulai dari penerimaan bahan baku hingga sampai ke tangan konsumen menggunakan metode-metode statistika. PT. Fajar Makassar Grafika salah satu perusahaan yang bergerak dimedia cetak, memproduksi koran setiap hari dalam jumlah yang berbeda. Sehingga perlu dilakukan pengendalian kualitas pada proses rata-rata dengan menggunakan peta kendali. Pada data produksi koran ternyata tidak berdistribusi normal, oleh karena itu peta kendali yang akan digunakan adalah peta kendali nonparametrik. Pada tugas akhir ini, peta kendali nonparametrik yang digunakan adalah peta kendali nonparametrik CUSUM dengan statistik *Mann-Whitney*, karena pergeseran produksi koran dari waktu ke waktu memiliki nilai yang kecil. Tahapan SPC terbagi antara SPC Fase I dan SPC Fase II, dimana pada SPC Fase I data yang digunakan berada diantara batas-batas kendali atau *in control*, sehingga dilanjutkan pada tahap selanjutnya yaitu SPC Fase II menggunakan statistik *Mann-Whitney*, pada proses ini nilai S_{max}^+ dan S_{min}^- diperoleh setelah menghitung nilai statistik *Mann-Whitney*, nilai rata-rata, nilai varians dan nilai statistik *Mann-Whitney* yang terstandarisasi. Untuk penentuan peta kendali dilihat dari nilai $h_{m,n}$ sebesar 1,184 yang menyatakan bahwa Nilai $S_{min}^- = -1,810088296 < -h_{m,n} = -1,184$ yang menunjukkan bahwa terjadi pergeseran rata-rata ke bawah sehingga dapat diambil keputusan bahwa pada data produksi koran pada PT. Fajar Makassar Grafika teridentifikasi menyatakan terjadi pergeseran rata-rata proses pemantauan hari pertama, maka data produksi koran pada PT. Fajar Makassar Grafika dinyatakan dalam keadaan tidak terkendali.

Kata Kunci: Mann-Whitney, Nonparametrik, CUSUM, Pengendalian Kualitas, Peta Kendali.

ABSTRACT

Statistical Process Control (SPC) is a problem-solving technique used to monitor, control, and analyze the production process from receiving raw materials to consumers using statistical methods. PT. Fajar Makassar Grafika, one of the companies engaged in print media, produces newspapers every day in different quantities. So, it is necessary to control the quality of the average process by using a control chart. In fact, the newspaper production data is not normally distributed, therefore the control chart to be used is a nonparametric control chart. In this final project, the nonparametric control chart used is the CUSUM nonparametric control chart with Mann-Whitney statistics, because the shift in newspaper production from time to time has a small value. SPC stages are divided between SPC Phase I and SPC Phase II, where in SPC Phase I the data used is between the control limits or in control, so that it is continued in the next stage, namely SPC Phase II using Mann-Whitney statistics, in this process the value S_{max}^+ dan S_{min}^- are obtained after calculating the value of the Mann-Whitney statistic, the mean value, the variance value and the standardized Mann-Whitney statistical value. To determine the control chart, it can be seen from the value of $h_{m,n}$ as big 1,184 which states that the value of $S_{min}^- = -1,810088296 < -h_{m,n} = -1,184$ indicates that there is a downward shift in the average so that a decision can be made that the newspaper production data at PT. Fajar Makassar Grafika identified that there was a shift in the average monitoring process on the first day, so the newspaper production data at PT. Fajar Makassar Grafika was stated to be in an uncontrolled state.

Keywords: Mann-Whitney, Nonparametric, CUSUM, Quality Control, Control Chart.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEOTENTIKAN ..Error! Bookmark not defined.	
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBINGError! Bookmark not defined.	
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	v
PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	x
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	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 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 SPC (<i>Statistical Process Control</i>)	5
2.2.1 SPC (<i>Statistical Process Control</i>) Fase I	5
2.2.2 SPC (<i>Statistical Process Control</i>) Fase II.....	9
2.2 Peta Kendali Nonparametrik	10
2.3 Statistik Mann-Whitney.....	11
2.4 Peta Kendali CUSUM Nonparametrik	13
2.5 Uji Normalitas	14
2.6 PT. Fajar Makassar Grafika.....	14
BAB III METODLOGI PENELITIAN	15
3.1 Sumber Data	15

3.2	Variabel Penelitian	15
3.3	Langkah Analisis	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		17
4.1	Peta Kendali CUSUM Berdasarkan Statistik Mann-Whitney	17
4.2	Uji Normalitas.....	21
4.3	SPC (<i>Statistical Process Control</i>) Fase I	22
4.4	Perubahan titik dan Statistik Mann-Whitney	26
BAB V PENUTUP		31
5.1	Kesimpulan	31
5.2	Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA.....		32
LAMPIRAN.....		34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Plot Uji Normalitas Data Produksi Koran pada.....	21
Gambar 4. 2 Peta Kendali SPC Fase I.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Uji Kolmogorov Smirnov.....	22
Tabel 4. 2 Data produksi koran pada PT. Fajar Makassar Grafika	22
Tabel 4. 3 Hasil Perhitungan Statistik-Mann Whitney.....	27
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Nilai Rataan atau Ekspektasi	27
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Nilai Varians.....	28
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Statistik Mann-Whitney yang Terstandarisasi.....	28
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Statistik Uji Peta Kendali	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Produksi Koran pada PT. Makassar Fajar Grafika 14 Maret 2022 sampai 12 Mei 2022.....	35
Lampiran 2. Uji Kenormalan menggunakan Kolmogorov-Smirnov.....	37
Lampiran 3. Tabel Nilai Keputusan hm, n peta kendali CUSUM.....	40
Lampiran 4. Nilai Statistik Uji Peta Kendali setelah Pergeseran pada $n = 1 \dots$	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persaingan industri di Indonesia saat ini semakin ketat dan luas, sehingga berdampak pada persaingan perusahaan-perusahaan menciptakan produk yang baik. Dengan adanya berbagai sumber yang ada, ditambah dengan adanya teknologi yang sudah semakin canggih menyebabkan masing-masing perusahaan memiliki perencanaan yang baik terhadap produk yang dihasilkan. Selain itu, perusahaan juga harus bisa memberi jaminan kualitas atas produk yang dihasilkan pula (V. Gasperz, 2004).

Dalam rangka mempertahankan kualitas menjadi tantangan bagi perusahaan dalam memenangkan persaingan karena hasil produksi yang berkualitas menjadi kriteria utama bagi konsumen dalam memilih produk. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengendalian kualitas terhadap hasil produksi. Pada proses produksi juga memiliki peranan penting dalam industri. Jika proses produksi berjalan dengan baik, maka produk yang dihasilkan akan memiliki kualitas yang baik. Sehingga dapat kita ketahui bahwa kualitas produk merupakan faktor utama yang harus dijaga oleh produsen untuk mempertahankan konsumennya (Montgomery, 2009).

Dalam ilmu statistika, dikenal adanya sistem pengendalian kualitas statistik atau *Statistical Process Control* (SPC). SPC merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk mengawasi, mengontrol, dan menganalisis proses produksi mulai dari penerimaan bahan baku hingga sampai ke tangan konsumen dengan menggunakan metode-metode statistik (Raza et al., 2020). Tujuan lainnya adalah untuk menjaga standar yang seragam dari kualitas hasil produksi pada tingkat biaya yang minimum, penggunaan alat produksi lebih efisien, serta mengurangi *rework* dan pembuangan (Prihatini dkk., 2018).

Beberapa metode yang sering digunakan dalam penyelesaian masalah tentang pengendalian kualitas proses produksi adalah peta kendali. Peta kendali merupakan metode yang digunakan untuk memonitoring proses produksi dan pengendalian kualitas serta untuk melihat kualitas hasil proses produksi apakah terkendali secara statistik (Hamsah dkk., 2019). Berdasarkan karakteristik kualitasnya, peta kendali terbagi menjadi dua macam yaitu peta kendali variabel dan peta kendali atribut.

Peta kendali variabel digunakan jika karakteristik kualitasnya dapat diukur, sedangkan peta kendali atribut digunakan ketika karakteristik kualitasnya bersifat cacat atau tidak cacat (Vindasari dkk., 2020).

Peta kendali yang pertama diperkenalkan oleh Dr. Walter Shewhart (1931), selanjutnya disebut dengan peta kendali Shewhart. Peta kendali Shewhart digunakan untuk mengevaluasi proses berdasarkan karakteristik kualitas variabel tunggal. Asumsi dasar yang digunakan pada peta kendali Shewhart adalah pengukuran dilakukan terhadap variabel random yang berdistribusi normal. Peta kendali Shewhart kurang sesuai dalam mendeteksi pergeseran yang relatif kecil maka dibutuhkan jenis peta kendali yang lainnya. Berdasarkan literatur disebutkan bahwa metode alternatif pada peta kendali yang dapat digunakan untuk mendeteksi pergeseran yang kecil pada rata-rata proses yaitu peta kendali CUSUM (*Cumulative Sum*) (Azizatin dan Sri, 2016).

Pada peta kendali CUSUM terdiri dari parametrik dan nonparametrik, untuk peta kendali CUSUM parametrik dapat digunakan apabila peneliti mengetahui fakta yang pasti mengenai sekelompok data yang menjadi sumber sampel. Pada dasarnya, peneliti harus bekerja dengan data yang telah diambil secara independen dan tanpa bias dari sekelompok item. Data tersebut haruslah berasal dari populasi yang terdistribusi secara normal dan mempunyai varians yang sama, dan harus diukur setidaknya pada tingkat interval, seperti statistik uji T atau F sedangkan peta kendali CUSUM nonparametrik dipakai apabila peneliti tidak mengetahui karakteristik kelompok item yang menjadi sumber sampelnya. Hal ini dapat diterapkan terhadap data yang diukur dengan skala ordinal dan dalam kasus tertentu, dengan skala nominal, pembahasan mengenai statistik nonparametrik meliputi: uji tanda, uji peringkat bertanda Wilcoxon, uji Mann-Whitney, uji deret, dan koefisien korelasi peringkat Spearman (Supranto, 2002). Peta kendali CUSUM digunakan untuk data parametrik pertama kali diperkenalkan oleh Page pada tahun 1954 dengan menggunakan rata-rata sampel. Para peneliti selanjutnya, meneliti peta kendali CUSUM digunakan untuk data nonparametrik yaitu statistik uji yang paling terkenal adalah menggunakan statistik peringkat bertanda Wilcoxon yang diajukan oleh Bakir dan Reynolds (1979). Adapun peneliti terdahulu Qadifa dkk., (2016) yang mengajukan tentang peta kendali rata-rata CUSUM nonparametrik yang

diaplikasikan pada data hasil pengukuran ultimate tensile strength dari lempengan aluminium, kemudian ada Wang et al., (2016) mengajukan peta kendali CUSUM nonparametrik dengan menggunakan statistik Mann-Whitney yang akan digunakan sebagai referensi utama pada penelitian ini.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Wang et al., (2016) disimpulkan bahwa berdasarkan perbandingan simulasi kinerja yang diperoleh dari peta kendali CUSUM nonparametrik berdasarkan statistik Mann-Whitney lebih efektif dibandingkan beberapa diagram kendali nonparametrik lainnya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wang et al., (2016) maka pada skripsi ini akan mengkaji ulang apa yang telah dilakukan oleh Wang dan mengambil tema tentang “Penerapan Peta Kendali Nonparametrik Cumulative-Sum Berdasarkan Statistik Mann-Whitney pada Pengendalian Kualitas Produk (Studi Kasus: Produksi Koran di PT. Fajar Makassar Grafika)”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana menentukan peta kendali nonparametrik CUSUM berdasarkan statistik Mann-Whitney?
2. Bagaimana menerapkan peta kendali yang telah diperoleh pada data produksi koran di PT. Fajar Makassar Grafika?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu:

1. Menentukan peta kendali nonparametrik CUSUM berdasarkan statistik Mann-Whitney.
2. Menerapkan peta kendali yang telah diperoleh pada data produksi koran di PT. Fajar Makassar Grafika.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, batasan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Data yang digunakan adalah data produksi koran pada PT. Fajar Makassar Grafika mulai dari 14 Maret 2022 – 12 Mei 2022 terhitung 60 hari kerja.

2. Data diasumsikan tidak berdistribusi normal.
3. Dengan asumsi bahwa X_i dan X_j saling bebas.
4. Metode ini berfokus pada uji statistik Mann-Whitney.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Manfaat penelitian ini secara teoritis adalah menambah keilmuan dibidang statistika tentang peta kendali nonparametrik CUSUM berdasarkan statistik Mann-Whitney mengenai pengendalian kualitas produk koran pada PT. Fajar Makassar Grafika.

2. Manfaat Praktis

Manfaat penelitian ini secara praktis adalah dapat dijadikan masukan atau usulan kepada pihak perusahaan dalam menentukan strategi pengendalian kualitas dimasa yang akan datang sebagai upaya peningkatan kualitas produk.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 SPC (*Statistical Process Control*)

SPC (*Statistical Process Control*) atau disebut juga dengan pengendalian kualitas statistika merupakan suatu alat statistika yang dapat digunakan untuk memantau proses dalam menghasilkan suatu barang, yang dapat menilai dan menentukan apakah suatu proses dalam keadaan terkendali (*in control*) atau tidak terkendali (*out of control*). SPC telah banyak digunakan diberbagai bidang seperti dibidang industri pembuatan barang, dan sebagainya (Qadifa dkk., 2016).

2.2.1 SPC (*Statistical Process Control*) Fase I

Berdasarkan standarnya proses SPC dibagi menjadi dua Fase yaitu SPC Fase I dan SPC Fase II. Berdasarkan Qiu dan Li (2011) disebutkan bahwa pada penerapan Fase I terdiri dari tahap pengumpulan data, kemudian data tersebut dianalisis, disaring hingga diperoleh sekumpulan data yang bersih dengan arti kata kondisi operasi dari data proses yang diamati berjalan stabil dan menggambarkan kinerja proses yang sebenarnya dijadikan sebagai sampel referensi. Kemudian dari data tersebut selanjutnya dilakukan pengestimasian parameter proses dari distribusinya yang akan digunakan pada SPC Fase II.

Disebutkan bahwa data proses yang dikumpulkan terdiri dari m subkelompok dan n titik waktu. Dari kumpulan data tersebut dilakukan perhitungan nilai batas-batas dari peta kendali Montgomery (2009). Kemudian jika terdapat data proses yang berada diluar batas kendali akan dilakukan revisi pada perhitungan batas kendalinya dan dilakukan pembuatan ulang pada peta kendalinya tanpa mengikutsertakan titik yang tidak terkendali tersebut. Berdasarkan temuan adanya proses yang tidak terkendali tersebut, maka perlu dilakukan penyelidikan dan pengidentifikasian terhadap penyebab yang menyebabkan proses tidak terkendali tersebut yang ditangani oleh para teknisi dan personel operasi untuk memperbaiki kualitas dari suatu proses. Setelah dilakukan perbaikan kemudian dilakukan pengambilan data baru dan dilakukan pembuatan diagram baru yang kemudian hasilnya dibandingkan dengan peta kendali hasil revisi yang telah dilakukan

sebelumnya, sehingga diperoleh data yang bersih yang menggambarkan bahwa proses dalam keadaan stabil, dan terkendali.

Peta kendali Shewhart sangat efektif digunakan untuk mendeteksi pergeseran besar karena biasanya pada Fase I sering ditemukan kasus dengan proses dalam keadaan tidak terkendali yang menyebabkan terjadinya pergeseran yang besar. Adapun kelebihan dari penggunaan peta kendali Shewhart pada Fase I yaitu mendeteksi pergeseran besar pada estimasi parameter proses dan pencilan, mengukur tingkat kesalahan atau *error*, pencatatan data, transmisi data, dan mudah untuk diinterpretasikan.

Beberapa ahli telah mengembangkan dan mengajukan peta kendali nonparametrik untuk Fase I diantaranya, Graham et al., (2009) membahas mengenai peta kendali nonparametrik Shewhart Fase I menggunakan median, kemudian Jones et al., (2009) mengajukan metode peta kendali untuk Fase I yang berdistribusi bebas. Menurut Graham et al., (2009), Fase I dari SPC merupakan tahap yang sangat penting, karena merupakan kunci yang menentukan keberhasilan dari proses SPC secara keseluruhan, yang dilakukan secara berulang jika terdapat data proses yang dinyatakan dalam keadaan tidak terkendali. Pada penelitian ini, untuk Fase I akan digunakan metode yang diajukan oleh Goedhart et al., (2019) pada Damayanti, F. (2020), yaitu peta kendali nonparametrik berdasarkan interval toleransi nonparametrik menggunakan statistik terurut. Dimana peta kendali ini dapat diterapkan pada pengujian sampel dalam bentuk individu maupun dalam bentuk *subgroup* dengan berbagai jenis ukuran sampel yang terdapat di dalamnya.

Langkah-langkah dari pembentukan peta kendali nonparametrik Fase I menggunakan statistik terurut:

1. Sekumpulan data yang terdiri dari $X_1, X_2, \dots, X_l$ yang merupakan sampel acak yang berdistribusi kontinu, kemudian diurutkan sesuai statistik order dengan urutan terkecil hingga terbesar yaitu $X_{(1)}, X_{(2)}, \dots, X_{(l)}$.

Dimana:

l : jumlah sampel yang tersedia

2. Misalkan $l_2(\alpha, p)$ merupakan ukuran sampel minimum yang diperlukan untuk interval toleransi dua sisi $[X_{(r)}, X_{(s)}]$ berdasarkan tabel yang telah disediakan oleh Geodhart et al., (2019) pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Ukuran Sampel Minimum

α	p		
	0, 2	0, 1	0, 05
0, 05	59	77	93
0, 01	299	388	473
0, 005	598	777	947
0, 0027	1109	1440	1756

Sumber: Geodhart et al., (2019)

Dimana p merupakan nilai kriteria peluang sehingga kompensasi dari karakter acak dari kinerja peta kendali yang memenuhi kriteria berikut:

$$P(1 - P(LCL \leq X \leq UCL) > \alpha) = p \quad (2.1)$$

LCL dan UCL merupakan nilai estimasi untuk batas-batas kendali pada peta kendali.

3. Bandingkan jumlah data sampel yang tersedia dengan ukuran sampel minimum $l_2(\alpha, p)$ yang dibutuhkan untuk interval toleransi dua sisi pada tabel 2.1, dengan aturan keputusan jika $l \geq l_2(\alpha, p)$ maka lakukan interplorasi, sedangkan jika $l < l_2(\alpha, p)$ maka lakukan ekstrapolasi.
4. Langkah-langkah untuk interpolasi:

4.1 Tentukan nilai bilangan bulat terkecil k dimana $k = s - r$ untuk titik awal interval $[X_{(r)}, X_{(s)}]$ dengan peluang cakupan aktual yang kemungkinan sama dengan:

$$P(B \leq k - 1) \geq 1 - p \quad (2.2)$$

Dimana B mengikuti distribusi Binomial atau $b(l, 1 - \alpha)$ dengan ukuran sampel n dan peluang sukses $1 - \alpha$.

Dimana:

k : Bilangan bulat terkecil

r dan s : Interval toleransi 2 sisi

4.2 Kemudian untuk titik interval $[X_{(r+1)}, X_{(s)}]$ memiliki peluang cakupan aktual yang kemungkinan sama dengan:

$$P(B \leq k - 2) < 1 - p$$

4.3 Lakukan interpolasi linear pada kedua titik interval untuk mendapatkan nilai toleransi dari batas bawah $X_{(r^*)}$ menggunakan persamaan berikut:

$$X_{(r^*)} = \lambda_1 X_{(r)} + (1 - \lambda_1) X_{(r+1)}$$

Kemudian untuk batas atas $X_{(s^*)}$:

$$X_{(s^*)} = \lambda_1 X_{(s)} + (1 - \lambda_1) X_{(s-1)}$$

Dengan:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \frac{(1 - p) - P(B \leq k - 2)}{P(B \leq k - 1) - P(B \leq k - 2)} \\ &= \frac{(1 - p) - P(B \leq k - 2)}{P(B = k - 1)} \end{aligned}$$

Dimana $\lambda_1 \in [0,1]$, kemudian $X_{(r^*)} \in [X_{(r)}, X_{(r+1)}]$ dan $X_{(s^*)} \in [X_{(s-1)}, X_{(s)}]$.

4.4 Dengan menggunakan interpolasi yang terpendek dari hasil $[X_{(r^*)}, X_{(s)}]$ dan $[X_{(r)}, X_{(s^*)}]$, maka batas-batas kendalinya adalah:

$$LCL = X_{(r^*)} \text{ atau } X_{(r)}$$

$$UCL = X_{(s)} \text{ atau } X_{(s^*)}$$

Sehingga nilai estimasi untuk bebas kendali bawah adalah $X_{(r^*)}$ atau $X_{(r)}$, dan untuk nilai estimasi batas kendali atas adalah $X_{(s)} \text{ atau } X_{(s^*)}$.

5. Langkah-langkah untuk ekstrapolasi:

5.1 Hitung nilai peluang dari titik awal interval $[X_{(1)}, X_{(l)}]$ dengan peluang cakupan aktual yang kemungkinan sama dengan:

$$P(B \leq 1 - 2) \tag{2.3}$$

5.2 Hitung untuk nilai peluang dari titik intervalnya $[X_{(1)}, X_{(l-1)}]$ dan $[X_{(2)}, X_{(l)}]$ dengan peluang cakupan aktual yang kemungkinan sama dengan:

$$P(B \leq 1 - 3) \quad (2.4)$$

5.3 Hitung batas toleransi untuk batas bawah $X_{(1^*)}$ dengan menggunakan persamaan berikut:

$$X_{(1^*)} = \lambda_2 X_{(2)} + (1 - \lambda_2) X_{(1)} \quad (2.5)$$

Kemudian untuk batas atas $X_{(l^*)}$ menggunakan persamaan berikut:

$$X_{(l^*)} = \lambda_2 X_{(l-1)} + (1 - \lambda_2) X_{(l)} \quad (2.6)$$

Dimana

$$\lambda_2 = - \frac{(1 - p) - P(B \leq 1 - 2)}{P(B = 1 - 2)} \quad (2.7)$$

Dengan $\lambda_2 < 0$, kemudian $X_{(1^*)} < X_{(1)}$ dan $X_{(l^*)} < X_{(l)}$.

5.4 Sehingga diperoleh batas-batas kendali dari proses ekstrapolasi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} LCL &= X_{(1^*)} \\ UCL &= X_{(l^*)} \end{aligned} \quad (2.8)$$

Jadi, nilai estimasi untuk batas kendali bawah adalah $X_{(1^*)}$, dan untuk nilai estimasi batas kendali atas adalah $X_{(l^*)}$.

6. Plotkan masing-masing pengamatan dengan batas-batas kendali yang telah diperoleh, dan tentukan apakah proses dalam keadaan *in-control* atau *out-of control*.

2.2.2 SPC (*Statistical Process Control*) Fase II

Di SPC Fase II diasumsikan bahwa data proses yang diperoleh dari Fase I sudah cukup stabil. Karena pada Fase I penyebab-penyebab yang menyebabkan proses tidak terkendali telah diidentifikasi sehingga pada Fase II kemungkinan hanya terjadi pergeseran yang kecil. Menurut Wang et al., (2016) peta kendali Shewhart tidak efektif untuk digunakan pada Fase II, sehingga untuk SPC Fase II disarankan untuk menggunakan peta kendali EWMA (*Exponentially Weighted Moving Average*) dan CUSUM (*Cumulative Sum*) yang efektif digunakan untuk mendeteksi pergeseran kecil. Untuk kinerja dari diagram kendali yang digunakan pada SPC Fase II diukur menggunakan metode pengukuran ARL (*Average Run-Length*) yang merupakan rata-rata dari distribusi *run length* yang merupakan jumlah sampel atau subkelompok yang harus dikumpulkan sebelum adanya sinyal pertama

yang mendeteksi terdapat proses yang tidak terkendali (*out of control*) Chakraborti et al., (2001), untuk lebih jelasnya penjelasan mengenai SPC Fase II akan dijelaskan pada bagian selanjutnya.

2.2 Peta Kendali Nonparametrik

Pada latar belakang diatas perlu diketahui bahwa peta kendali perlu di lihat dari jenis peta kendalinya apakah dia jenis parametrik atau nonparametrik. Ketika data pengamatan pada suatu proses tidak memenuhi asumsi kenormalan, maka untuk mengatasinya beberapa ahli telah mengajukan beberapa peta kendali nonparametrik yang digunakan untuk pemantauan proses. Ada dua fungsi dari peta kendali nonparametrik, yang pertama untuk menentukan keadaan suatu proses dalam keadaan terkendali atau tidak, yang kedua untuk menilai stabilitas proses dan memastikan bahwa sampel referensi mewakili proses Zhou et al., (2007).

Suatu literatur menyebutkan bahwa peta kendali konvensional atau parametrik hanya berlaku jika data suatu proses memenuhi asumsi parametrik, yaitu distribusi peluang dari prosesnya berdistribusi normal. Adapun solusi yang biasa digunakan ketika asumsi kenormalan tidak terpenuhi yang biasa digunakan adalah peta kendali nonparametrik atau peta kendali yang berdistribusi bebas.

Chakraborti et al., (2001), menyebutkan kelebihan dari peta kendali nonparametrik adalah sebagai berikut:

1. Sederhana dan mudah digunakan,
2. Tidak membutuhkan asumsi distribusi tertentu,
3. Distribusi *run length* untuk proses yang terkendalinya sama untuk semua distribusi kontinu,
4. Mempunyai tingkat kekekaran yang besar dan ketahanan terhadap pencilan,
5. Mempunyai tingkat efisiensi yang tinggi dalam mendeteksi perubahan titik ketika distribusinya tidak normal,
6. Tidak membutuhkan penaksiran varians untuk membuat grafik pada parameter titik.

Pada penggunaannya, peta kendali nonparametrik dapat diterapkan baik pada data jenis univariat maupun multivariat. Untuk metode pada peta kendali nonparametrik jenis univariat telah dipelajari oleh Qiu dan Li (2011), sedangkan

untuk metode pada peta kendali nonparametrik jenis multivariat telah dipelajari oleh Qiu dan Hawkin (2003) dengan menggunakan prosedur CUSUM untuk mendeteksi pergeseran rata-rata pada semua arah. Kemudian Qiu (2008) juga mempelajari metode multivariat dengan menggunakan pemodelan pada *log linier*.

2.3 Statistik Mann-Whitney

Statistik uji Mann-Whitney didefinisikan sebagai jumlahan dari nilai Y lebih kecil X dari barisan kombinasi terurut sampel acak yang saling bebas. Misalkan $X_1, X_2, \dots, X_m$ dan $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ adalah sampel acak yang saling bebas. Jika dituliskan dalam satu barisan maka sampel acak menjadi $m + n = N$ buah.

Diasumsikan kedua sampel berasal dari distribusi kontinu sehingga, $X_i = Y_j$ untuk suatu i dan j tidak dipertimbangkan. Oleh karena itu, jika didefinisikan:

$$D_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Jika } Y_j < X_i \\ 0 & \text{Jika } Y_j > X_i \end{cases} \quad \text{untuk } i = 1, 2, \dots, m \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n$$

D_{ij} merupakan indikator peubah acak sebanyak mn , maka U Statistik Mann-Whitney oleh Gibbons dan Subhabrata (2003) dapat dituliskan:

$$U = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n D_{ij}$$

Dasar perubahan untuk hipotesis alternatif satu sisi dengan $Y > X$ adalah:

$$H_1 : F_Y(x) \leq F_X(x)$$

Hal ini jelas bahwa nilai dari U akan bernilai kecil karena dibawah $H_1 : F_Y(x) \leq F_X(x)$. Kenyataanya, kriteria pengujian $\frac{U}{mn}$ bersifat konsisiten ke suatu parameter tertentu dimana dibawah hipotesis H_0 dapat dituliskan suatu nilai parameter tertentu.

Oleh karena itu, didefinisikan nilai parameter tertentu tersebut dibawah hipotesis H_0 adalah bernilai p , dengan

$$\begin{aligned} p &= p(Y < X) \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(X, Y) \, dx \, dy \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F_Y(y) F_X(x) \, dy \, dx \quad \text{karena } X \text{ dan } Y \text{ saling bebas} \\ p &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F_Y(y) F_X(x) \, dy \, dx \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F_Y(y) dF_X(x) dy \\
&= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F_Y(y) dy dF_X(x) \\
&= \int_{-\infty}^{\infty} F_Y(y) dF_X(x); \int_{-\infty}^{\infty} F_Y(y) dy F_Y(y) \\
&= \int_{-\infty}^{\infty} F_Y(y) dF_X(x)
\end{aligned}$$

Selanjutnya, didefinisikan nilai parameter p , jika $H_0 : F_Y(x) = F_X(x)$ untuk setiap x benar maka:

$$\begin{aligned}
p &= \int_{-\infty}^{\infty} F_Y(y) dF_X(x) \\
&= \int_{-\infty}^{\infty} F_Y(x) dF_X(x); \text{ karena } F_Y(x) = F_X(x) \\
p &= \int_{-\infty}^{\infty} F_Y(y) dF_X(x) \\
&= \frac{1}{2} F_Y^2(x) \Big|_{-\infty}^{\infty} \\
p &= \frac{1}{2} [F_Y^2(\infty) - F_X^2(-\infty)] = \frac{1}{2} \tag{2.9}
\end{aligned}$$

Karena F itu merupakan fungsi distribusi, dan fungsi distribusi memiliki sifat

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} F_X = 0, \text{ sehingga } p = \frac{1}{2}$$

Dengan demikian pengujian hipotesis dituliskan:

Jika hipotesis alternatif adalah $H_1: F_Y(x) \leq F_X(x)$ sehingga $Y^{ST} > X$ maka

$H_1: p \leq 0,5$ untuk setiap X dan $p < 0,5$ untuk suatu x , oleh karena itu H_0 dengan distribusi tertentu dapat dituliskan hipotesis parameternya sebagai berikut:

$$H_0: p = 0,5$$

$$H_1: p < 0,5$$

Misalkan $X_1, X_2, \dots, X_m$ dan $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$ merupakan peubah acak dengan berdistribusi bernouli maka dapat dituliskan bahwa (Gibbons dan Subhabrata, 2003).

$$E(D_{ij}) = E(D_{ij}^2) = p$$

$$\text{Var}(D_{ij}) = p(1 - p)$$

2.4 Peta Kendali CUSUM Nonparametrik

Peta kendali CUSUM nonparametrik Wang et al., (2016) diasumsikan bahwa ketika terjadi titik perubahan, hal tersebut mengindikasikan terjadinya pergeseran rata-rata proses baik ke bawah maupun ke atas. Sehingga ketika terjadi pergeseran kecil maka nilai ekspektasi atau rata-rata statistik Mann-Whitney dari peta kendalinya akan lebih besar begitu juga dengan rata-rata sampel yang berada disekitar titik perubahan. Namun, jika statistik yang digunakan adalah statistik Tn maka akan sulit digunakan untuk mendeteksi dengan cepat ketika terjadi pergeseran rata-rata. Karena jenis statistik tersebut hanya memperhitungkan pengamatan individu tanpa memperhitungkan sampel yang diperoleh dari proses SPC Fase I.

Perhitungan batas-batas kendali dari diagram kendali CUSUM berdasarkan statistik Mann-Whitney yang diajukan oleh Wang et al., (2016) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Pr(S_{max}^+(m, n) > h_{m,n}(\alpha) | S_{max}^+(m, i) \leq h_{m,i}(\alpha), 1 \leq i < n) &= \alpha \\ Pr(S_{max}^+(m, 1) > h_{m,1}(\alpha)) &= \alpha \end{aligned} \quad (2.10)$$

Selanjutnya:

$$\begin{aligned} Pr(S_{min}^-(m, n) < h_{m,n}(\alpha) | S_{min}^-(m, i) \leq h_{m,i}(\alpha), 1 \leq i < n) &= \alpha \\ Pr(S_{min}^-(m, 1) < h_{m,1}(\alpha)) &= \alpha \end{aligned} \quad (2.11)$$

Wang et al., (2016) menggunakan cara yang sama dengan yang dilakukan oleh Zhou dkk (2009) yaitu dengan melakukan pengestimasiannya menggunakan data yang berdistribusi normal baku sebanyak 1 juta urutan dengan panjang 500. Wang et al., (2016) telah menyediakan hasil perhitungan untuk batas-batas kendali dari nilai kritis $h_{m,n}$ yang dapat dilihat pada Lampiran 4 yang menunjukkan nilai-nilai batas kendali dari diagram CUSUM untuk nilai $\alpha = 0,01; 0,005; 0,0027; \text{ dan } 0,002$ berdasarkan nilai ARL terkendalinya yaitu $100; 200; 370; \text{ dan } 500$. Kemudian nilai m yang tersedia adalah 10 dan 50, namun untuk data dengan $m = 25$ dapat menggunakan nilai $m = 10$ pada tabel, dan untuk $m = 100, 200, \dots, \text{ dst}$ dapat menggunakan nilai $m = 50$.

2.5 Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk menentukan apakah data sampel yang telah dikumpulkan berdistribusi normal atau tidak. Untuk pengujian normalitas, salah satu uji statistik yang dapat digunakan adalah uji Kolmogorov-Smirnov dengan menggunakan nilai statistik uji *p-value* (Hanusz dan Tarasinska, 2015).

$$D = \max \left\{ \left| F(x_i) - \frac{i-1}{n} \right|, \left| \frac{1}{n} - F(x_i) \right| \right\} \quad (2.12)$$

Hipotesis:

H_0 : data berdistribusi normal

H_1 : data tidak berdistribusi tidak normal

Kriteria pengujian:

Jika $D < D_{\alpha,n}$ dimana D merupakan deviasi maksimum dan $D_{\alpha,n}$ merupakan nilai tabel Kolmogorov-Smirnov atau $P - value > 0,05$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, yang berarti data berdistribusi normal.

2.6 PT. Fajar Makassar Grafika

Pada tahun 1967 telah berdiri sebuah surat kabar mingguan yang bernama Yayasan Penerbit Ekspres. Surat kabar ini didirikan oleh Harun Rashid Djibe pada tanggal 28 Maret 1972. Pada tahun 1980, Harian Ekspres memiliki salah satu masalah yaitu pada pendanaan. Sehingga pada tahun 1981, Harun Rasyid Djibe berusaha menggandeng Muhammad Alwi Hamu sebagai pemodal dan memohon surat izin penerbit kembali surat kabar Ekspres kepada pemerintah. Akhirnya pada tanggal 06 April 1981, Dirjen Pembinaan Pers dan Grafik Departemen penerbangan mengeluarkan surat izin untuk terbit kembali.

Atas dasar ketentuan pemerintah dalam pengeluaran izin terbit kembali, surat kabar harus menggunakan nama Fajar. Pada tanggal 01 Oktober 1981, Harian Fajar terbit secara resmi dengan tiras kurang lebih 5000 eksemplar.

Percetakan yang dilakukan oleh PT. Makassar Fajar Grafika terdiri dari surat kabar dalam dan luar kota Makassar, seperti Ujung Pandang Ekspres, Berita Kota Makassar, Pare Pos, Palopo Pos, Kendari Pos dan sebagainya. Radio dan televisi pun juga didirikan serta mengembangkan sayap ke bisnis non media seperti, perguruan tinggi, agrobisnis, transportasi dan lainnya.