

# Analisis Pengendalian Kualitas Produk Etiket Rokok Studi Kasus PT. Gudang Garam Direktorat Grafika Menggunakan Peta Kendali *Cummulative Sum*

<sup>1</sup>Nazieha Taibatunniswah, <sup>2</sup>Widya Amalia Rahma, <sup>3</sup>Wibawati

Departemen Statistika, Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data

Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

e-mail: wibawati@statistika.its.ac.id

**Abstrak**—Salah satu tujuan utama dari dilakukannya pengendalian kualitas adalah untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas suatu proses produksi. Dalam pelaksanaan pengendalian kualitas tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan peta kendali. Peta kendali sendiri adalah salah satu alat dari tujuh instrumen yang ada pada *Total Quality Management* dimana tujuan utamanya adalah untuk mengeliminasi variabilitas yang ada pada suatu proses [1]. Dalam kasus ini peta kendali yang akan digunakan adalah peta kendali *cummulative sum* (CUSUM). Peta kendali CUSUM digunakan sebagai alternatif terhadap peta kendali Shewhart untuk fase II proses monitoring dan digunakan untuk memonitor rata-rata dari suatu proses. Dalam praktikum ini akan dilakukan pengujian menggunakan peta kendali CUSUM baik *basic mean*, *varian*, dan juga *Fast Initial Respond* (FIR) pada data tugas akhir di bidang industri mengenai pengendalian kualitas produk etiket rokok studi kasus PT. Gudang Garam Direktorat Grafika. Dari hasil analisa dan pembahasan, menunjukkan bahwa rata-rata dan variabilitas proses telah terkendali secara statistik meskipun terdapat pergeseran proses. Selain itu juga penggunaan peta kendali FIR lebih sensitif daripada peta kendali *basic CUSUM*.

**Kata Kunci**—Pengendalian Kualitas, Peta Kendali CUSUM, Rokok

## I. PENDAHULUAN

Dalam peningkatan persaingan di bidang industri dengan diikuti pesatnya perkembangan Ilmu dan Teknologi (IPTEK), maka hal ini mengakibatkan meningkatnya persaingan antar perusahaan. Persaingan antar perusahaan ini dalam bentuk meningkatkan kualitas perusahaan di masing-masing perusahaannya, seperti dari segi kualitas produksi. Akan tetapi, pada dasarnya kualitas merupakan kunci utama dari keberhasilan pertumbuhan dan persaingan. Strategi dalam menjamin kualitas yang efektif dapat meningkatkan keuntungan, produktivitas perusahaan, serta menurunkan biaya produksi. Karena bagaimanapun juga, proses produksi memegang peranan penting dalam bidang industri. Apabila proses produksi dapat berjalan dengan lancar, maka produk yang dihasilkan pun akan maksimal dan memuaskan.

Hal ini sejalan dengan apa yang ada pada PT. Gudang Garam Direktorat Grafika, yaitu perusahaan yang bergerak di bidang percetakan dalam memproduksi kemasan pembungkus rokok. Upaya yang dilakukan oleh PT. Gudang Garam Direktorat Grafika dalam mempertahankan sekaligus meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan adalah dengan melakukan penerapan Pengendalian Mutu dan Laboratorium (PML) dengan tujuan dapat memenuhi target produksi. PML sendiri adalah suatu sistem yang efektif untuk memadukan pengembangan dan pemeliharaan mutu agar menghasilkan produk yang sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan.

Akan tetapi pada kenyataan yang terjadi di lapangan, meskipun PT. Gudang Garam Direktorat Grafika telah melakukan sistem manajemen mutu yang baik dan sesuai dengan standar yang berlaku, penyimpangan atau cacat pada hasil produksi percetakan etiket rokok tetap saja terjadi. Untuk menyikapi permasalahan tersebut, maka perlu diadakan evaluasi mengenai penerapan sistem pengendalian kualitas yang tepat.

Upaya untuk mengevaluasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan cara menggunakan peta kendali yang merupakan salah satu dari tujuh *tools* yang ada pada *Statistic Process Control* (SPC). Dalam kasus ini, peta kendali yang digunakan adalah peta kendali CUSUM (*cummulative sum*) sebagai alternatif terhadap grafik pengendali Shewhart untuk fase II proses monitoring dan digunakan digunakan untuk memonitor rata-rata dari proses. Terdapat beberapa macam jenis dari peta kendali CUSUM yang penggunaannya dapat disesuaikan dengan kondisi kasus yang dihadapi. Dalam praktikum pengendalian kualitas produk etiket rokok PT. Gudang Garam Direktorat Grafika ini akan digunakan peta kendali CUSUM *Basic Mean*, *Varian*, dan *Fast Initial Respond* (FIR) untuk mengidentifikasi *output* dari masing-masing peta kendali tersebut. Sehingga harapan dari hasil praktikum ini adalah dapat menentukan strategi pengendalian kualitas berikutnya sebagai upaya peningkatan kualitas produk.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah statistika yang berkaitan dengan metode atau cara mendeskripsikan, menggambarkan, menjabarkan atau menguraikan data sehingga memberikan informasi yang berguna. Statistika deskripsi mengacu pada bagaimana menata dan menyajikan data, yang dapat dilakukan misalnya dengan menentukan nilai rata-rata hitung, median, modus, standar deviasi atau menggunakan cara lain yaitu dengan membuat tabel distribusi frekuensi dan diagram atau grafik [2].

#### 1. Mean

Mean atau rata-rata hitung adalah salah satu ukuran pemusatan data seperti median dan modus yang dilakukan dengan menjumlahkan seluruh nilai data suatu kelompok sampel, kemudian dibagi dengan jumlah sampel tersebut [3]. Sehingga, jika suatu kelompok sampel acak dengan jumlah sampel  $n$ , maka bisa dihitung rata-rata dari nilai sampel tersebut dengan rumus sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) . \quad (1)$$

Atau juga dapat ditulis dalam notasi sigma sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i . \quad (2)$$

Keterangan :

$\bar{x}$  : mean.

$n$  : jumlah sampel.

$x_i$  : nilai sampel ke- $i$ .

## 2. Varians dan Standar Deviasi

Berbeda dengan *mean*, varians merupakan salah satu ukuran penyebaran data yang digunakan untuk mengetahui homogenitas suatu kelompok [3]. Varian merupakan kuadrat dari standar deviasi (simpangan baku). Oleh karena itu, ketika salah satu dari kedua nilai tersebut diketahui, maka nilai ukuran lain pun dapat diketahui. Dasar perhitungan dari varian adalah dengan mengurangi setiap nilai data dengan rata-rata kelompok data tersebut yang nantinya semua hasil akan dijumlahkan. Akan tetapi, hasilnya akan selalu menjadi nol, sehingga solusinya adalah mengkuadratkan setiap pengurangan nilai data dengan rata-rata kelompok data tersebut, yang selanjutnya akan dijumlahkan. Nilai varian akan diperoleh dari pembagian hasil penjumlahan kuadrat dengan ukuran data ( $n$ ) yang dikurangi dengan satu. Hal ini bertujuan agar nilai varian yang didapatkan tidak bias dalam menduga varian populasi. Sehingga rumus untuk mendapatkan nilai varian dapat dituliskan sebagai berikut.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} . \quad (3)$$

Keterangan :

$S^2$  : varians.

$x_i$  : nilai sampel ke- $i$ .

$\bar{x}$  : mean.

$n$  : jumlah sampel.

Rumus yang digunakan untuk mengestimasi standar deviasi proses adalah sebagai berikut.

$$\hat{\sigma} = \frac{MR}{d_2} . \quad (4)$$

Dimana,

$$MR = \sum_{i=1}^m \frac{|x_i - x_{i-1}|}{m-1} = \sum_{i=1}^m \frac{MR_i}{m-1} . \quad (5)$$

Keterangan :

$MR$  : rata-rata *Moving average*

$d_2$  : nilai dari Tabel Appendix VI

## B. Uji Keacakan (Runs Test)

Data sampel yang digunakan haruslah acak. Hal ini dikarenakan taksiran dari parameter diperoleh dari perhitungan sampel. Apabila terdapat keraguan apakah data sampel yang digunakan acak atau tidak, maka perlu dilakukan pengujian keacakan, yaitu uji runtun atau *runs test*.

*Runs test* didasarkan pada adanya runtun. Runtun adalah deretan huruf-huruf atau tanda-tanda yang identik yang diikuti oleh satu atau lebih huruf atau tanda berbeda [5].

Hipotesis :

$H_0$  : Data pengamatan telah diambil secara acak

$H_1$  : Data pengamatan yang diambil dari populasi tidak acak

Statistik Uji :

1. Jika  $n_1$  dan  $n_2 \leq 20$

$r$  = banyaknya runtun yang terjadi.

Apabila nilai  $r < r_{bawah}$  atau  $r > r_{atas}$ , maka keputusan yang diambil adalah tolak  $H_0$ . Nilai  $r_{bawah}$  dan  $r_{atas}$  diperoleh dari tabel nilai kritis untuk runtun pada nilai ( $n_1$ ,  $n_2$ ) dengan  $n_1$  adalah banyak data bertanda (+) dan  $n_2$  adalah banyak data bertanda (-).

2. Jika  $n_1$  dan  $n_2 > 20$

Maka digunakan rumus sebagai berikut.

$$z = \frac{r - \{[(2n_1n_2)/(n_1 + n_2)] + 1\}}{\sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2(n_1 + n_2 - 1)}}} . \quad (6)$$

Apabila  $|z| < Z_{\alpha/2}$  serta  $p\text{-value} < \alpha$ , maka keputusan adalah tolak  $H_0$ . Dimana untuk nilai  $Z_{\alpha/2}$  didapat dari tabel distribusi normal standar.

## C. Uji Normalitas

Tujuan dari uji normalitas adalah untuk mengetahui apakah masing-masing variabel berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas diperlukan karena untuk melakukan pengujian-pengujian variabel lainnya dengan mengasumsikan bahwa nilai residual mengikuti distribusi normal. Jika asumsi ini dilanggar maka uji statistik menjadi tidak valid dan statistik parametrik tidak dapat digunakan [4]. Pada pengujian ini menggunakan metode uji *kolmogorov-smirnov*.

Hipotesis :

$H_0$  : Data berdistribusi normal

$H_1$  : Data tidak berdistribusi normal.

Daerah kritis : Tolak  $H_0$  jika  $p\text{-value} < \alpha$ .

## D. Peta Kendali Basic CUSUM

Penggunaan peta kendali *CUSUM* secara umum digunakan untuk mendeteksi adanya pergeseran yang kecil pada rata-rata atau varian dalam suatu proses yang disebabkan karena adanya penyebab khusus (*assignable cause*). Peta kendali *CUSUM* tabular untuk memonitor rata-rata didapatkan dari hasil akumulasi penurunan  $\mu_0$  yang berada di atas target dengan suatu statistik  $C_i^+$  dan akumulasi penurunan  $\mu_0$  yang berada di bawah target dengan suatu statistik yang lain  $C_i^-$ .  $C_i^+$  dan  $C_i^-$  disebut dengan *one-side upper and lower CUSUM* [1]. Apabila terdapat target dari sebuah proses *mean*, yaitu  $\mu_0$  sebagai parameter akan dikontrol menggunakan peta kendali *CUSUM* yang didefinisikan sebagai berikut.

$$C_i = \sum_{j=1}^i (x_j - \mu_0) = (x_i - \mu_0) + \sum_{j=1}^{i-1} (x_j - \mu_0) = (x_j - \mu_0) + C_{i-1} \quad i = 1, 2, \dots, m . \quad (7)$$

$C_i$  adalah jumlah kumulatif sampel ke- $i$ . Untuk menyelidiki pergeseran proses yang kecil, peta kendali jumlah kuadrat lebih efektif daripada peta kendali *Shewhart*. Selain itu juga peta kendali *CUSUM* cukup efektif ketika penggunaan sampel  $n = 1$ .

Selanjutnya statistik untuk tabular *CUSUM*  $C_i^+$  dan  $C_i^-$  dapat didefinisikan sebagai berikut.

$$C_i^+ = \max [0, x_i - (\mu_0 + K) + C_{i-1}^+] . \quad (8)$$

$$C_i^- = \max [0, (\mu_0 - K) - x_i + C_{i-1}^-] . \quad (9)$$

$$C_0^- = C_0^+ = 0. \quad (10)$$

Perhitungan statistik lainnya.

$$K = \frac{\delta}{2\sigma} = \frac{|\mu_1 - \mu_0|}{2}. \quad (11)$$

Keterangan

$C_i^+$ : nilai satu ujung atas *CUSUM*

$C_i^-$ : nilai satu ujung bawah *CUSUM*

$K$ : nilai referensi

$\mu_1$ : rata-rata variabel pengamatan

$\mu_0$ : mean target

$\delta$ : pergeseran proses

$\hat{\sigma}$ : standar deviasi

#### E. Peta Kendali *CUSUM* for Variability

Peta kendali *CUSUM* untuk memonitor proses variabilitas dipopulerkan oleh Hawkins (1981) [3]. Sebelumnya, definisikan  $x_i$  sebagai proses yang berdistribusi normal dengan mean target  $\mu_0$  dan standar deviasi  $\sigma$ . Nilai yang distandarisasi dari  $x_i$  adalah  $y_i = (x_i - \mu_0)/\sigma$ . Hawkins membuat standar kuantitas dengan perumusan sebagai berikut.

$$v_i = \frac{\sqrt{|y_i|} - 0,822}{0,349}. \quad (12)$$

Skala *CUSUM* yang digunakan adalah.

$$S_i^+ = \max[0, y_i - k + S_{i-1}^+]. \quad (13)$$

$$S_i^- = \max[0, -k - y_i + S_{i-1}^-]. \quad (14)$$

#### F. Peta Kendali *CUSUM* with Fast Initial Respond (FIR)

Peta kendali ini diperkenalkan oleh Lucas dan Croiser (1982) untuk meningkatkan sensitivitas pada peta kendali *CUSUM* saat proses dimulai [3]. Meningkatkan sensitivitas pada suatu proses perlu dilakukan ketika hasil yang didapat tidak sesuai dengan target yang telah ditentukan. FIR pada dasarnya hanya mengatur nilai awal  $C_0^+$  dan  $C_0^-$  menjadi  $H/2$ . Hal ini yang menjadikan disebut sebagai 50% *headstart*. Nilai untuk *tabular CUSUM* adalah sebagai berikut.

$$C_i^+ = \max[0, x_i - (\mu_0 + K) + C_0^+]. \quad (15)$$

$$C_i^- = \max[0, (\mu_0 + K) - x_i + C_0^-]. \quad (16)$$

Dimana nilai  $C_0^+ = C_0^- = H/2$ .

#### G. Rokok

Rokok adalah gulungan tembakau (kira-kira sebesar kelingking) yang dibungkus (daun nipah, kertas) [5]. Rokok merupakan pabrik bahan kimia berbahaya. Hanya dengan membakar dan menghisap sebatang rokok saja, dapat diproduksi lebih dari 4000 jenis bahan kimia. 400 diantaranya beracun dan 40 diantaranya bisa berakumulasi dalam tubuh dan dapat menyebabkan kanker.

Rokok juga termasuk zat adiktif karena dapat menyebabkan adiksi (ketagihan) dan dependensi (ketergantungan) bagi orang yang menghisapnya. Dengan kata lain, rokok termasuk golongan NAPZA (Narkotika, Psikotropika, Alkohol, dan Zat Adiktif).

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari buku Tugas Akhir (TA) mahasiswa departemen Matematika ITS angkatan 2013 atas nama Fauzia Yulianti (1213100018) dengan judul “Perbandingan Kinerja Diagram Kontrol EWMA (*Exponentially Weighted Moving Average*) dan DOB (*Decision of Belief*) pada Pengendalian Kualitas Produk Etiket Rokok Studi Kasus PT. Gudang Garam Direktorat Grafika”. Pengambilan data dilakukan pada :

Hari : Rabu, 30 Oktober 2019

Alamat web : <https://repository.its.ac.id/>

#### B. Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variabel *cutting* yang merupakan jenis cacat dari produksi etiket rokok studi kasus PT. Gudang Garam Direktorat Grafika.

#### C. Struktur Data

Struktur data yang akan digunakan dalam praktikum ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.1** Struktur Data Untuk Peta Kendali *Basic CUSUM* dan *Fast Initial Response (FIR)*

Pengamatan ke-i	Jumlah Cacat	$C_i^+$	$N_i^+$	$C_i^-$	$N_i^-$
1	$X_1$	$C_1^+$	$N_1^+$	$C_1^-$	$N_1^-$
2	$X_2$	$C_2^+$	$N_2^+$	$C_2^-$	$N_2^-$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	$X_n$	$C_n^+$	$N_n^+$	$C_n^-$	$N_n^-$

**Tabel 3.2** Struktur Data Untuk Peta Kendali *CUSUM* Yang Memonitor Variabilitas Proses

Pengamatan ke-i	Jumlah Cacat	$Y_i$	$V_i$	$S_i^+$	$S_i^-$
1	$X_1$	$Y_1$	$V_1$	$S_1^+$	$S_1^-$
2	$X_2$	$Y_2$	$V_2$	$S_2^+$	$S_2^-$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	$X_n$	$Y_n$	$V_n$	$S_n^+$	$S_n^-$

Keterangan :

$n$  : banyak data

$C_i^+$ : nilai kumulatif ke-i yang berada di atas target

$C_i^-$ : nilai kumulatif ke-i yang berada di bawah target

$N_i^+$ : *trend* data yang berada di atas 0 berdasarkan  $C_i^+$

$N_i^-$ : *trend* data yang berada di bawah 0 berdasarkan  $C_i^-$

$V_i$ : data ke-i yang telah di-*standardize*

$S_i^+$ : nilai kumulatif dari standar deviasi yang berada di atas target

$S_i^-$ : nilai kumulatif dari standar deviasi yang berada di bawah target

#### D. Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis dalam pembuatan laporan praktikum ini adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi permasalahan dan tujuan penelitian.

2. Melakukan pengujian keacakan pada data yang digunakan. Asumsi ini harus terpenuhi. Jika tidak, dilakukan berulang kali sampai data terbukti acak.
3. Melakukan uji normalitas. Jika tidak terpenuhi, data diasumsikan normal.
4. Membuat peta kendali *basic CUSUM*. Apabila terdapat data yang *out of control*, maka dilakukan identifikasi penyebabnya. Apabila dikarenakan penyebab khusus maka lanjutkan dengan menghapus data yang teridentifikasi *out of control* dan data yang *out of control* pertama kali. Proses ini hanya dapat dilakukan dua kali.
5. Membuat peta kendali *CUSUM for Variability*. Apabila terdapat data yang *out of control*, maka dilakukan identifikasi penyebabnya. Apabila dikarenakan penyebab khusus maka lanjutkan dengan menghapus data yang teridentifikasi *out of control* dan data yang *out of control* pertama kali. Proses ini hanya dapat dilakukan dua kali.
6. Membuat peta kendali *CUSUM with Fast Initial Respond (FIR)*. Apabila terdapat data yang *out of control*, maka dilakukan identifikasi penyebabnya. Apabila dikarenakan penyebab khusus maka lanjutkan dengan menghapus data yang teridentifikasi *out of control* dan data yang *out of control* pertama kali. Proses ini hanya dapat dilakukan dua kali.
7. Melakukan interpretasi hasil analisis dari pergeseran rata-rata proses.
8. Menarik kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan.

#### IV. PEMBAHASAN

##### A. Statistika Deskriptif

Salah satu cara untuk mengetahui karakteristik data dapat dilakukan dengan menggunakan statistika deskriptif. Penyajian statistika deskriptif dari data cacat jenis *cutting* pada etiket rokok PT. Gudang Garam Direktorat Grafika adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif

Koefisien	Mean	Varians	St. Dev
Jumlah cacat <i>Cutting</i>	79,3	6948,1	83,4

Berdasarkan data yang didapat pada Tabel 4.1 maka dapat diketahui bahwa rata-rata jumlah cacat *cutting* pada etiket rokok PT. Gudang Garam Direktorat Grafika adalah sebesar 79,3 dan variansnya sebesar 6948,1. Dengan nilai tersebut dapat diindikasikan bahwa data memiliki variansi yang sangat besar.

##### B. Uji Keacakan

Sebelum membuat peta kendali, terdapat asumsi yang harus dipenuhi, yaitu asumsi keacakan. Maka dari itu dilakukan uji keacakan pada variabel jenis cacat *cutting* untuk mengetahui data tersebut telah memenuhi asumsi keacakan. Berikut ini adalah hasil analisis uji keacakan yang dilakukan di *minitab*.

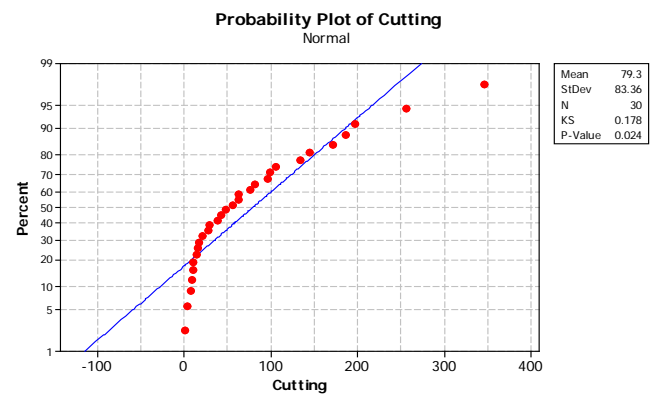
Tabel 4.2 Hasil Uji Keacakan

Koefisien	Nilai
<i>Runs above and below K</i>	79,3
<i>The observed number of runs</i>	14
<i>The expected number of runs</i>	14,9333
<i>P-Value</i>	0,708

Tabel 4.2 di atas menunjukkan bahwa nilai *p-value* variabel *cutting* sebesar 0,708. Hal ini menunjukkan bahwa *p-value* >  $\alpha$ , untuk  $\alpha = 0,05$  yang mana berarti gagal tolak  $H_0$ . Artinya, data variabel *cutting* tersebut telah diambil secara acak dari populasi sehingga sampel dapat mewakili populasi.

##### C. Uji Normalitas

Sebelum membuat peta kendali, terdapat asumsi yang harus dipenuhi selain asumsi keacakan, yaitu asumsi normal. Maka dari itu dilakukan uji normalitas pada variabel jenis cacat *cutting* untuk mengetahui data tersebut telah memenuhi asumsi normalitas. Berikut ini adalah hasil analisis uji normalitas yang dilakukan di *minitab*.

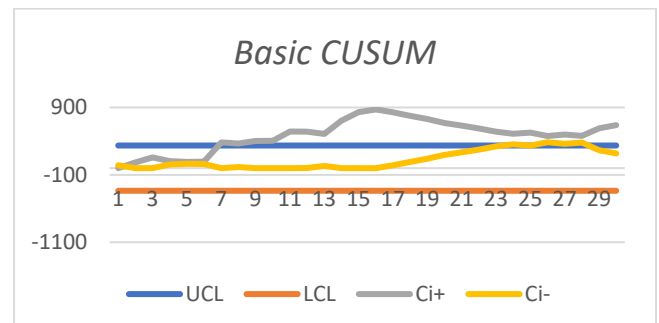


Gambar 4.1 Grafik Uji Normalitas

Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa nilai *p-value* adalah sebesar 0.024. Hal ini menunjukkan bahwa *p-value* <  $\alpha$ , untuk  $\alpha = 0,05$  berarti tolak  $H_0$  yang mana artinya data tersebut berdistribusi normal sehingga dapat dilanjutkan dengan membuat peta kendali *CUSUM*.

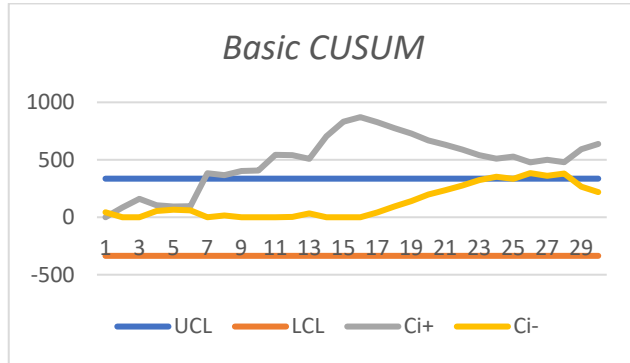
##### D. Peta Kendali Basic CUSUM

Peta kendali *basic CUSUM* digunakan untuk mengetahui apakah rata-rata telah terkendali secara statistik serta untuk mengidentifikasi awal mula terjadinya pergeseran rata-rata pada suatu proses. Pada praktikum ini digunakan  $n=30$ ,  $h=5$ ,  $k=0,5$ , dan target yang telah didapatkan dari nilai  $E(Q_0)=59,0148$ .



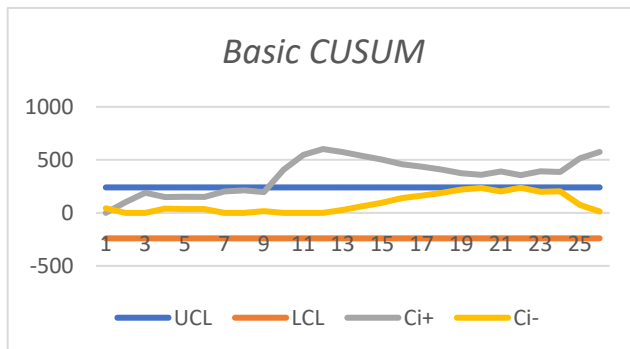
Gambar 4.2 Peta Kendali Basic CUSUM

Informasi yang dapat diperoleh dari Gambar 4.2 di atas ialah terdapat data yang *out of control* pada pengamatan ke-7 sehingga didapatkan nilai estimasi mean ( $\hat{\mu}$ ) sebesar 156. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan dengan menghapus data yang mulai terindikasi mengalami kenaikan (data ke-6) hingga data yang *out of control* (data ke-7). Hasil dari perbaikan tersebut ditunjukkan oleh Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Peta Kendali *Basic CUSUM* Iterasi Pertama

Dari Gambar 4.3 tersebut dapat dilihat bahwa masih terdapat data yang *out of control*, yaitu data ke-9, sehingga perlu dilakukan perbaikan lagi. Dengan cara yang sama seperti sebelumnya, yaitu menghapus data yang mulai terindikasi mengalami kenaikan (data ke-8) dan data yang *out of control* (data ke-9). Dari perbaikan tersebut didapatkan hasil sebagai berikut.

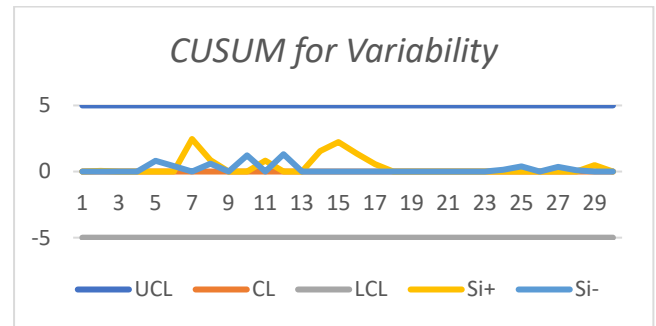


Gambar 4.4 Peta Kendali *Basic CUSUM* Iterasi Kedua

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa masih terdapat data yang *out of control* yaitu data pengamatan ke-10. Akan tetapi dalam praktikum ini apabila sudah mencapai iterasi kedua, data diasumsikan sudah *in control*, sehingga tidak perlu dilakukan perbaikan lagi karena data sudah terkendali. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata proses pada jumlah cacat jenis *cutting* pada etiket rokok di PT. Gudang Garam Direktorat Grafika telah terkendali secara statistik.

#### E. Peta Kendali *CUSUM for Variability*

Peta kendali *CUSUM for Variability* digunakan untuk mendeteksi apakah variabilitas proses sudah terkendali secara statistik dan juga untuk mengidentifikasi awal mula terjadinya pergeseran variabilitas proses. Pada praktikum ini digunakan  $n=30$ ,  $h=5$ ,  $k=0,5$ , dan target yang telah didapatkan dari nilai  $E(Q_0)=59,0148$ .

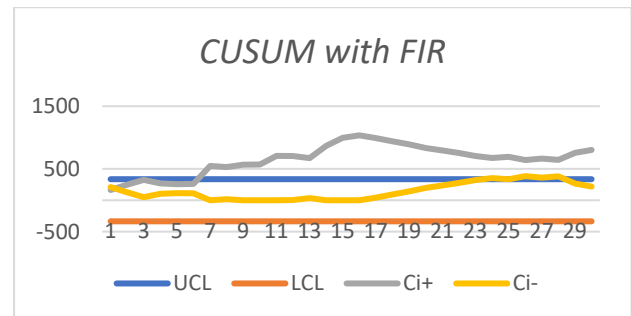


Gambar 4.5 Peta Kendali *CUSUM with Variability*

Informasi yang dapat diperoleh dari Gambar 4.5 di atas ialah dapat diketahui bahwa tidak ada data yang berada di luar batas kendali, dan dapat dikatakan bahwa data tersebut *in control*. Sehingga kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa *varians* proses data jumlah cacat jenis *cutting* pada etiket rokok di PT. Gudang Garam Direktorat Grafika sudah terkendali secara statistik.

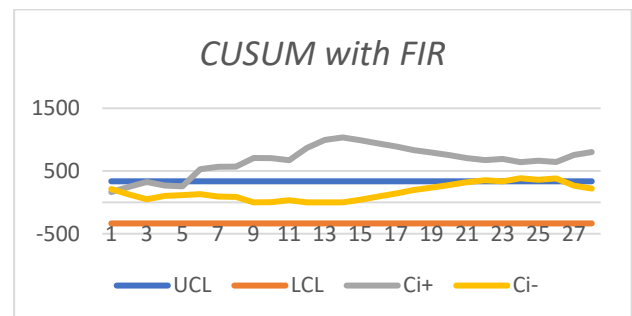
#### F. Peta Kendali *CUSUM with Fast Initial Respond (FIR)*

Peta kendali *CUSUM with Fast Initial Response (FIR)* digunakan untuk mendeteksi apakah rata-rata proses telah terkendali secara statistik, sama seperti *Basic CUSUM* akan tetapi lebih sensitif. Pada praktikum ini digunakan  $n=30$ ,  $h=5$ ,  $k=0,5$ , dan target yang telah didapatkan dari nilai  $E(Q_0)=59,0148$ .



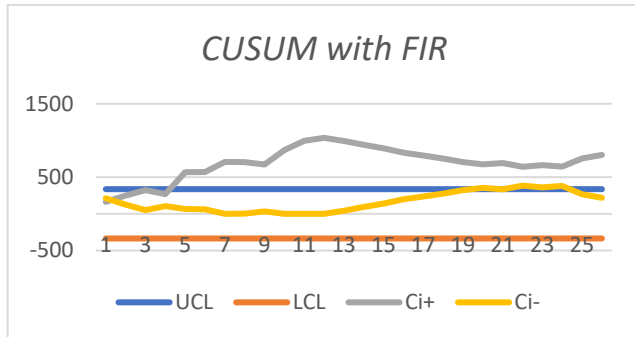
Gambar 4.6 Peta Kendali *CUSUM with Fast Initial Respond (FIR)*

Gambar 4.6 di atas memberikan informasi bahwa terdapat data yang *out of control* pada pengamatan ke-7 yang mana menghasilkan nilai estimasi mean ( $\hat{\mu}$ ) yakni sebesar 165. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan dengan menghapus data yang mulai terindikasi mengalami kenaikan (data ke-6) hingga data yang *out of control* (data ke-7). Hasil dari perbaikan tersebut ditunjukkan oleh Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Peta Kendali *CUSUM with Fast Initial Respond (FIR)* Iterasi Pertama

Dari Gambar 4.7 tersebut dapat dilihat bahwa masih terdapat data yang *out of control*, yaitu data ke-6, sehingga perlu dilakukan perbaikan lagi. Dengan cara yang sama seperti sebelumnya, yaitu menghapus data yang mulai terindikasi mengalami kenaikan (data ke-5) dan data yang *out of control* (data ke-6). Dari perbaikan tersebut didapatkan hasil sebagai berikut.



Gambar 4.8 Peta Kendali *CUSUM with Fast Initial Respond (FIR)* Iterasi Kedua

Dari Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa masih terdapat data yang *out of control* yaitu data pengamatan ke-5. Akan tetapi dalam praktikum ini apabila sudah mencapai iterasi kedua, data diasumsikan sudah *in control*, sehingga tidak perlu dilakukan perbaikan lagi karena data sudah terkendali. Sehingga dapat disimpulkan bahwa rata-rata proses pada jumlah cacat jenis *cutting* pada etiket rokok di PT. Gudang Garam Direktorat Grafika telah terkendali secara statistik.

Dilihat dari nilai mean target dan hasil mean yang baru ( $\hat{\mu}$ ) pada peta kendali *Basic CUSUM* dan *CUSUM with FIR*, nilai estimasi mean ( $\hat{\mu}$ ) pada peta kendali *CUSUM with FIR* memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai estimasi mean ( $\hat{\mu}$ ) pada peta kendali *Basic CUSUM*. Selain itu, pada peta kendali *Basic CUSUM* data yang *out of control* pertama kali setelah dilakukan iterasi pertama dan kedua terdeteksi pada data ke-10. Sedangkan pada peta kendali *CUSUM with Fast Initial Respond (FIR)* data yang *out of control* pertama kali setelah dilakukan iterasi pertama dan kedua terdeteksi pada data ke-5. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan peta kendali *CUSUM with Fast Initial Respond (FIR)* dapat terbukti lebih cepat dalam mendeteksi adanya *out of control* daripada menggunakan peta kendali *Basic CUSUM*.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang didapatkan dari praktikum jumlah cacat jenis *cutting* pada etiket rokok di PT. Gudang Garam Direktorat Grafika adalah sebagai berikut.

1. Karakteristik data pada jumlah cacat jenis *cutting* etiket rokok PT. Gudang Garam Direktorat Grafika yaitu data tersebut memiliki variansi yang sangat besar.
2. Data jumlah jumlah cacat jenis *cutting* etiket rokok PT. Gudang Garam Direktorat Grafika telah diambil secara acak dan berdistribusi normal.
3. Rata-rata proses pada jumlah cacat jenis *cutting* etiket rokok PT. Gudang Garam Direktorat Grafika belum terkendali

secara statistik, namun pada praktikum kali ini diasumsikan telah terkendali secara statistik.

4. Variabilitas proses pada jumlah cacat jenis *cutting* etiket rokok PT. Gudang Garam Direktorat Grafika telah terkendali secara statistik.
5. Peta kendali *CUSUM with Fast Initial Response (FIR)* lebih cepat mendeteksi adanya perubahan rata-rata daripada peta kendali *basic CUSUM*.

Saran yang dapat diberikan setelah melaksanakan praktikum ini adalah agar untuk kedepannya pengambilan sampel disesuaikan dengan kondisi proses produksi untuk mempermudah proses monitoring apabila terjadi kondisi *out of control*. Selain itu, untuk PT. Gudang Garam Direktorat Grafika agar lebih memperhatikan proses produksi yang dilaksanakan agar kesalahan dalam bentuk apapun dapat diminimalisir sehingga rokok yang diproduksi dapat sesuai dengan spesifikasi yang perusahaan inginkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Montgomery, D.C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control 7th Edition*. Arizona: Wiley
- [2] Walpole, R. (1995). Pengantar Statistika Edisi ke-3 diterjemahkan oleh : Ir. Bambang Sumantri. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- [3] Mangkuatmojo, S. (2015). Statistik Deskriptif. Jakarta: PT Rineka Cipta
- [4] Ghozali, I. (2013). Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS Edisi Ketujuh. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- [5] Ebta Setiawan. (2012). KBBi di <https://kbbi.web.id/koran> (di akses 01 November).

## LAMPIRAN

## Lampiran 1. Data Jumlah Cacat Jenis Cutting

Sample ke-i	Jumlah Cacat	Sample ke-i	Jumlah Cacat
1	15	16	99
2	145	17	16
3	134	18	8
4	4	19	11
5	48	20	1
6	63	21	21
7	346	22	18
8	43	23	11
9	96	24	29
10	63	25	77
11	197	26	9
12	56	27	82
13	28	28	39
14	256	29	172
15	186	30	106

## Lampiran 2. Output Statistika Deskriptif

**Descriptive Statistics: Cutting**

Variable	Mean	StDev	Variance
Cutting	79.3	83.4	6948.1

## Lampiran 3. Output Runs Test

**Runs Test: Cutting**

Runs test for Cutting

Runs above and below K = 79.3  
 The observed number of runs = 14  
 The expected number of runs = 14.9333  
 11 observations above K; 19 below  
 P-value = 0.708

## Lampiran 4. Output Kolmogorov-Smirnov Test

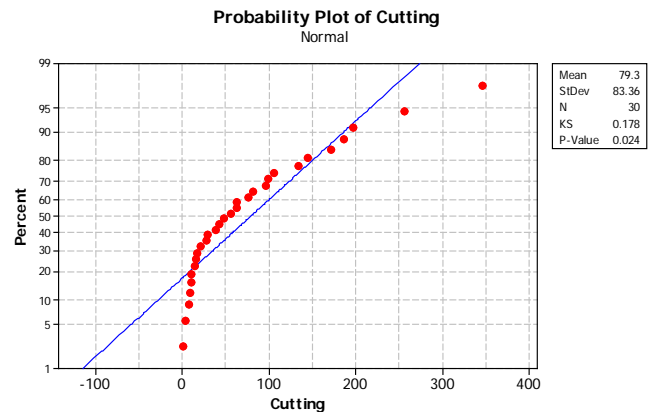
**One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test**

		VAR00001
N		30
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	79.30
	Std. Deviation	83.356
Most Extreme Differences	Absolute	.178
	Positive	.178
	Negative	-.174
Test Statistic		.178
Asymp. Sig. (2-tailed)		.017 <sup>c</sup>

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

Lampiran 5. Perhitungan Estimasi Mean *Basic CUSUM*

$$\begin{aligned}\hat{\mu} &= \mu_0 + K + \frac{C_i^+}{N^+} \\ &= 59,0148 + 33,58452 + \frac{382.9112}{6} \\ &= 156,4178487\end{aligned}$$

Lampiran 6. Perhitungan Estimasi Mean *CUSUM with FIR*

$$\begin{aligned}\hat{\mu} &= \mu_0 + K + \frac{C_i^+}{N^+} \\ &= 59,0148 + 33,58452 + \frac{506,319}{7} \\ &= 164,9306\end{aligned}$$

## Lampiran 7. Pembagian Tugas

No	Tugas	Pelaksana
1	Mencari Data	Widya
2	Abstrak	Widya
3	BAB I	Widya
4	BAB II	Widya
5	BAB III	Naziebah
6	BAB IV	Widya
7	BAB V	Naziebah
8	Lampiran	Widya
9	Revisi	Naziebah
10	Membuat PPT	Widya
		Naziebah