

# Pengendalian Kualitas Statistika Tinggi Sepatu Pantofel UKM Praktis Sepatu Menggunakan Peta Kendali $\bar{X} - S$

Benedictus Kenny Tjahjono<sup>1\*</sup>, Penta Murdiyani<sup>2</sup>, dan Muhammad Mashuri<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Departemen Statistika, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

\*Corresponding author: [benedictusk@gmail.com](mailto:benedictusk@gmail.com)

Received: 3 Oktober 2022

Revised: 5 Oktober 2022

Accepted: 6 Oktober 2022

**ABSTRAK** – Pengendalian kualitas merupakan cara perusahaan untuk mengendalikan mutu produk yang dihasilkan oleh perusahaan. UKM Praktis Sepatu merupakan usaha kecil menengah di Magetan yang bergerak di bidang produksi sepatu pantofel. Dalam proses produksinya, salah satu variabel yang ingin dikendalikan adalah tinggi sepatu pantofel. Tinggi sepatu yang dihasilkan harus dijaga agar sesuai dalam batas toleransi yang diharapkan oleh perusahaan yaitu, batas bawah untuk tinggi sepatu sebesar 6.5 cm dan batas atas 7.5 cm. Penelitian ini menggunakan 5 sampel data dengan 30 subgrup pada setiap sampel yang dibagi menjadi dua fase analisis. Data tinggi sepatu pantofel sudah memenuhi asumsi menyebar secara acak, tetapi belum memenuhi asumsi berdistribusi normal. Namun, data tetap diasumsikan berdistribusi normal untuk analisis lebih lanjut. Analisis pengendalian dilakukan dengan menggunakan peta kendali  $\bar{X} - S$ . Pada fase I, didapatkan hasil bahwa proses sudah terkendali karena seluruh titik data berada di dalam batas kontrol sehingga analisis dapat dilanjutkan pada fase II. Pada fase II, didapatkan hasil bahwa proses sudah terkendali sehingga keseluruhan proses produksi sepatu dalam hal tinggi sepatu sudah terkendali secara statistik. Meskipun sudah proses sudah terkendali secara statistik, ternyata proses masih belum kapabel karena nilai  $C_p$  dan  $C_{pk}$  proses masih kurang dari 1.33.

**Kata kunci**– Kapabilitas Proses, Kontrol, Pengendalian Kualitas Statistika, Peta Kendali  $\bar{X} - S$ , dan Tinggi Sepatu

**ABSTRACT** – Statistical Quality Control is a method to control product quality. UKM Praktis Sepatu is an enterprise in Magetan which is engaged in loafers' production. One of the variables to be controlled in the production process is loafer's height. Loafer's height should be kept within the specification limits expected by the company, that is the lower limit is 6.5 cm and the upper limit is 7.5 cm. This analysis uses 5 data samples with 30 subgroups in each sample which is divided into two stages of analysis. The data met the assumption of randomly scattered but did not meet the assumption of normally distributed. However, the data remained normally distributed for further analysis. Control chart  $\bar{X} - S$  is used for quality control analysis. In phase I, the result is that the process is already in control because all the data points are within the control limit so the analysis can be continued to phase II. In phase II, the result is that the process is in control, so the loafer's height is statistically in control. Even though the process is statistically in control, the process is not capable because the  $C_p$  dan  $C_{pk}$  values of the process are still lower than 1.33.

**Keywords**– Control, Control Chart  $\bar{X} - S$ , Loafers Height, Process Capability, and Statistical Quality Control.

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Perkembangan dunia usaha yang semakin pesat juga kemajuan ekonomi membuat para produsen bersaing menawarkan produk atau jasa yang mereka miliki kepada para konsumen. Perkembangan yang semakin cepat tersebut menuntut adanya kepiawaian manajemen untuk mengatasi segala perubahan yang terjadi di setiap aktivitas ekonomi. Hal ini mengandung resiko karena ada kemungkinan keadaan yang diharapkan tidak tercapai. Pada Kondisi seperti ini, hanya produk yang berkualitas yang dapat memenangkan persaingan juga dapat mempertahankan eksistensinya di pasar [1]. Oleh karena itu perusahaan harus melihat serta menjaga agar kualitas produk yang dihasilkan terjamin serta diterima oleh konsumen serta dapat bersaing di pasar.

Pengendalian kualitas merupakan suatu aktivitas yang telah dirancang oleh suatu perusahaan untuk memberikan jaminan mutu terhadap produk yang dihasilkan sebelum didistribusikan kepada konsumen [2]. Pengendalian kualitas sendiri adalah salah satu cara perusahaan guna meminimalkan terjadi kerusakan pada produk yang dihasilkan. Pengendalian kualitas yang dilaksanakan dengan baik akan memberikan dampak terhadap mutu produk yang dihasilkan oleh perusahaan. Kualitas dari produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan ditentukan berdasarkan ukuran- ukuran dan karakteristik tertentu. Walaupun proses-proses produksi telah dilaksanakan dengan baik, namun pada kenyataan masih ditemukan terjadinya kesalahan-kesalahan dimana kualitas produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar atau dengan kata lain produk yang dihasilkan mengalami kerusakan atau cacat pada produk.

Pelaksanaan pengendalian kualitas sangat berkaitan dengan standar kualitas yang ditetapkan oleh perusahaan. Standar kualitas yang dimaksud adalah bahan baku, proses produksi, dan produk jadi. Oleh karenanya, kegiatan pengendalian kualitas tersebut dapat dilakukan mulai dari bahan baku, selama proses produksi berlangsung sampai pada produk akhir dan disesuaikan dengan standar yang ditetapkan. Dalam program jaminan kualitas produk perusahaan senantiasa akan melakukan upaya penuh dalam pengendalian kualitas guna meningkatkan reputasi perusahaan dan menurunkan biaya produksi, dengan meningkatnya reputasi perusahaan dari kualitas produk maka perusahaan akan mendapatkan kepercayaan penuh dari konsumen dan produk maupun perusahaan akan dikenal oleh masyarakat dan memiliki nilai lebih.

Salah satu UKM yang bergerak di bidang produksi sepatu dengan sepatu jenis pantofel yang berada di Magetan

memiliki permintaan pasar yang tinggi. Oleh karena itu, kualitas produk yang dihasilkan harus dijaga agar pelanggan merasa puas menggunakan produk tersebut. Agar kualitas produk tetap terjaga, maka dilakukan penelitian ini menggunakan diagram kendali  $\bar{X} - S$ . Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik data, keacakan data, dan normalitas data pada variabel tinggi sepatu pada UKM Praktis Sepatu terkendali secara statistik berdasarkan aturan shewhart. Ada juga diagram Ishikawa untuk mengetahui penyebab dari suatu masalah produksi dan analisis kapabilitas proses untuk memprediksi seberapa konsisten proses memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan evaluasi bagi perusahaan untuk melakukan perbaikan, peningkatan kualitas, dan meminimumkan produk yang tidak sesuai.

## II. Tinjauan Pustaka

### A. Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif metode yang berkaitan dengan pendataan, pengumpulan, dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna tanpa menarik inferensia atau kesimpulan [3]. Statistika deskriptif yang digunakan dalam penelitian ini adalah mean, nilai maksimum, nilai minimum, standar deviasi, dan varians. Mean merupakan nilai rata-rata dari suatu data yang dapat dihitung dengan menjumlahkan semua elemen pada data dibagi dengan banyak elemen pada data tersebut. Secara matematis, rumus yang dapat digunakan untuk menghitung mean adalah sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Keterangan:

$\bar{x}$  = Mean atau rata-rata

$n$  = Banyak data yang akan diolah

$x_i$  = Data ke- $i$

Standar deviasi merupakan suatu ukuran untuk mengetahui seberapa jauh suatu pengamatan menyebar dari rata-ratanya. Jika nilai standar deviasi semakin mendekati nol, maka penyebaran nilai pengamatan semakin kecil. Varians adalah suatu ukuran variasi atau dispersi pengamatan yang didefinisikan sebagai kuadrat dari standar deviasi. Berikut adalah rumus untuk menghitung standar deviasi.

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

Sedangkan rumus untuk menghitung varians adalah sebagai berikut.

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

Keterangan:

$s^2$  = Varians

$s$  = Standar deviasi

$\bar{x}$  = Mean atau rata-rata

$n$  = Banyak data yang akan diolah

$x_i$  = Data ke- $i$

Dalam sekelompok data kuantitatif akan terdapat data dengan nilai terbesar dan data terkecil. Range merupakan penyebaran data yang dapat dihitung melalui selisih dari nilai maksimum dan nilai minimum. Nilai jangkauan ini dapat digunakan untuk mengetahui seberapa tinggi atau pendek suatu data.

$$R = x_{\max} - x_{\min} \quad (4)$$

dimana,

$$x_{\max} = \max(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (5)$$

$$x_{\min} = \min(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (6)$$

### B. Kesalahan

Dalam ilmu statistika, terdapat suatu batas kesalahan yang digunakan untuk pengambilan keputusan dan penarikan kesimpulan [3]. Secara statistik, terdapat dua macam kesalahan yang digolongkan menjadi kesalahan tipe I dan tipe 2. Kesalahan tipe I menandakan risiko produsen (menolak produk baik) atau  $\alpha$ , hal ini karena secara kebetulan produk yang diambil sebagai sampel adalah produk cacat, padahal produk yang tidak diambil sebagai sampel adalah produk yang baik. Kesalahan Tipe II atau resiko konsumen (menerima produk cacat) atau  $\beta$  adalah resiko yang dialami konsumen karena menerima produk yang cacat. Hal ini karena secara kebetulan yang diambil sebagai 3 sampel adalah produk baik, padahal produk yang diambil adalah produk cacat. Prosedur pengendalian statistik umumnya dirancang untuk meminimalkan kesalahan tipe I. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini akan digunakan nilai  $\alpha$  sebesar 1% atau 0.01.

### C. Uji Keacakan

Uji keacakan merupakan metode statistika nonparametrik yang digunakan untuk mengetahui apakah data sampel yang diambil dari populasi sudah acak atau belum [4]. Dalam pengendalian kualitas statistika, suatu proses dapat dikatakan terkendali jika setiap pengamatan berada diantara batas kendali dan menyebar secara acak

sehingga keacakan suatu data merupakan hal yang penting. Hipotesis untuk uji keacakan adalah sebagai berikut.

H<sub>0</sub> : Data pengamatan diambil secara acak dari populasi

H<sub>1</sub> : Data pengamatan diambil secara tidak acak dari populasi

Uji keacakan data pada penelitian dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab. Apabila nilai P-Value >  $\alpha$  maka diperoleh keputusan gagal tolak H<sub>0</sub> artinya pola data menyebar secara acak, sedangkan jika nilai P-Value <  $\alpha$  maka diperoleh keputusan H<sub>0</sub> yang artinya pola data tidak menyebar secara acak.

Untuk uji sampel kecil dengan jumlah sampel kurang dari sama dengan 20 dapat menggunakan table run-F1 sebagai batas minimum dan run-F2 sebagai batas maksimum dalam penentuan penolakan hipotesis nol nya, jika sampel besar rumus yang digunakan adalah sebagai berikut

$$Z = \frac{r - \mu_r}{\sigma_r} \quad (7)$$

dimana,

$$\mu_r = \frac{2n_1n_2}{n_1+n_2} + 1 \quad (8)$$

$$\sigma_r = \sqrt{\frac{2n_1n_2(2n_1n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1+n_2)^2(n_1+n_2-1)}} \quad (9)$$

Untuk sampel besar atau lebih dari 20, dapat mengambil keputusan tolak H<sub>0</sub> jika  $Z > Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$  atau  $-Z < Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$  atau P-value <  $\alpha$ .

#### D. Uji Normalitas

Uji normalitas adalah pengujian untuk mengetahui apakah suatu berdistribusi normal atau tidak [4]. Uji normalitas dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu statistika deskriptif dan statistika inferensia. Pada Statistika deskriptif, histogram dapat digunakan untuk melakukan uji normalitas. Jika pemusatan data berada pada titik nol dan kurva mendekati bentuk *bell-shaped*, maka dapat dikatakan bahwa data berdistribusi normal. Sementara pada statistika inferensia, uji normalitas dapat menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Berikut adalah hipotesis dan statistika uji dari uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov:

H<sub>0</sub> : Data pengamatan diambil secara acak dari populasi

H<sub>1</sub> : Data pengamatan diambil secara tidak acak dari populasi

$$D = |F_0(x) - F_n(x)| \quad (10)$$

Uji Normalitas pada penelitian ini dilakukan melalui *software* Minitab. Apabila nilai P-Value >  $\alpha$  maka diperoleh keputusan Gagal Tolak H<sub>0</sub> yang artinya data berdistribusi normal, sedangkan jika nilai P-Value <  $\alpha$  maka diperoleh keputusan Tolak H<sub>0</sub> yang artinya data tidak berdistribusi normal.

#### E. Peta Kendali Variabel

Peta kendali adalah suatu alat yang digunakan untuk mengontrol karakteristik suatu kualitas. Tujuan dari penggunaan peta kendali adalah untuk mengevaluasi apakah suatu proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistika atau tidak sehingga dapat segera dicari tahu penyebabnya dan dapat memperbaikinya [5]. Peta kendali memuat garis tengah yang biasanya disebut dengan *central limit* (CL). Garis tengah ini merupakan nilai rata-rata karakteristik kualitas. Dalam mengendalikan karakteristik kualitas, tentu saja dibutuhkan suatu batas yang menjadi tolok ukur apakah suatu proses dapat dikatakan terkontrol atau tidak. Batas tersebut dengan kontrol limit. Kontrol memuat 2 garis, yaitu kontrol limit atas atau *Upper Control Limit* (UCL) dan kontrol limit bawah atau *Lower Control Limit* (LCL). Jika setiap titik pengamatan berada diantara UCL dan LCL, dapat dikatakan bahwa proses sudah terkontrol secara statistika. Pada penelitian ini digunakan peta kendali  $\bar{X} - S$ . Peta kendali  $\bar{X}$  berfungsi untuk menunjukkan perubahan dalam ukuran titik pusat atau rata-rata data di setiap subgrup dari waktu ke waktu, sedangkan peta kendali  $S$  berfungsi untuk menunjukkan perubahan dalam ukuran sebaran data atau standar deviasi di setiap subgrup dari waktu ke waktu. Berikut adalah persamaan untuk menghitung batas pada peta kendali  $\bar{X}$ .

$$CL = \bar{\bar{x}} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{x}_i \quad (11)$$

$$UCL = \bar{\bar{x}} + 3A_3\bar{s} \quad (12)$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - 3A_3\bar{s} \quad (13)$$

dimana

$$\bar{\bar{x}} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_j \quad (14)$$

Sedangkan persamaan untuk menghitung batas pada peta kendali  $S$  adalah sebagai berikut.

$$CL = \bar{s} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{s}_i \quad (15)$$

$$UCL = B_4\bar{s} \quad (16)$$

$$LCL = B_3\bar{s} \quad (17)$$

dimana

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_j - \bar{x})^2} \quad (18)$$

$A_3$ ,  $B_3$ , dan  $B_4$  merupakan suatu konstanta yang nilainya dapat dilihat pada tabel dengan menyesuaikan banyaknya pada setiap subgrup. Jika jumlah sampel pada setiap subgrup sangat besar (lebih dari 25), maka nilai  $A_3$ ,  $B_3$ , dan  $B_4$  dapat diperoleh dengan persamaan berikut.

$$A_3 = \frac{3}{c_4\sqrt{n}} \quad (19)$$

$$B_3 = 1 - \frac{3}{c_4\sqrt{2(n-1)}} \quad (20)$$

$$B_3 = 1 + \frac{3}{c_4\sqrt{2(n-1)}} \quad (21)$$

dimana

$$c_4 \approx \frac{4(n-1)}{4n-3} \quad (22)$$

#### F. Fase I dan Fase II

Fase I dan fase II memiliki kegunaan yang berbeda dalam peta kendali. Pada fase I, satu set data dikumpulkan dan dianalisis secara bersamaan dengan menggunakan analisis retrospektif, sebuah analisis yang menggunakan data masa lalu atau periode lalu. Batas kontrol limit yang didapatkan pada fase I merupakan batas kontrol limit coba-coba atau *Trial Control Limit* [5]. Oleh karena itu, pada fase I lebih berfokus untuk melihat bagaimana keadaan data periode lalu dan mengetahui gambaran batas kontrol limit periode masa lalu.

Ketika semua titik pengamatan pada fase I berada di dalam batas kontrol, dapat disimpulkan bahwa proses sudah *in control* secara statistika dan batas kontrol periode lalu dapat digunakan sebagai batas kontrol limit periode selanjutnya. Namun, ketika terdapat titik pengamatan berada di luar batas kontrol, maka penyebab titik *out of control* ini harus diidentifikasi dan titik tersebut harus dieliminasi. Setelah itu, menghitung batas kontrol yang baru pada fase I. Setelah semua titik pengamatan pada fase I *in control*, maka batas kontrol pada fase I dapat digunakan untuk mengendalikan kualitas proses kedepannya. Fase inilah yang disebut dengan fase II.

#### G. Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah kemampuan suatu proses untuk beroperasi sesuai dengan standar yang ditentukan [6]. Suatu proses dapat dikatakan kapabel jika proses sudah *in control* (terkendali), memenuhi batas spesifikasi yang diinginkan, memiliki presisi yang tinggi, dan memiliki akurasi yang tinggi. Dalam proses analisisnya, pemenuhan spesifikasi dapat diukur dengan menggunakan Indeks Kapabilitas Proses ( $C_p$ ), sementara akurasi dan presisi diukur dengan menggunakan Indeks Kapabilitas Aktual ( $C_{pk}$ ). Namun, Indeks Kapabilitas Proses ( $C_p$ ) dan Indeks Kapabilitas Aktual ( $C_{pk}$ ) hanya dapat digunakan ketika syarat *in control* terpenuhi. Jika peta kendali masih *out of control*, dapat menggunakan performansi proses ( $P_p$  dan  $P_{pk}$ ). Perbedaanannya adalah  $P_p$  dan  $P_{pk}$  menggunakan estimasi nilai sigma, sedangkan  $P_p$  dan  $P_{pk}$  menggunakan nilai standar deviasi. Berikut adalah persamaan Indeks Kapabilitas Proses ( $C_p$ ) dan Indeks Kapabilitas Aktual ( $C_{pk}$ ).

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (23)$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{USL - \bar{x}}{3\sigma}, \frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma}\right) \quad (24)$$

Kriteria penilaian  $C_p$  adalah sebagai berikut.

- Jika  $C_p > 1.33$  maka kapabilitas proses dapat dikatakan baik
- Jika  $1 \leq C_p \leq 1.33$  maka proses membutuhkan perhatian
- Jika  $C_p < 1$  maka proses tidak kapabel

Sementara kriteria penilaian  $C_{pk}$  adalah sebagai berikut.

- Jika  $C_{pk} = C_p$  maka proses terpusat di nilai rata-rata
- Jika  $C_{pk} = 1$  maka proses menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi
- Jika  $C_{pk} < 1$  maka proses menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan spesifikasi

#### H. Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab-akibat atau diagram Ishikawa merupakan diagram yang ditemukan oleh Kaoru Ishikawa pada tahun 1943. Diagram ini digunakan untuk mencari faktor penyebab permasalahan yang terjadi. Faktor-faktor tersebut disusun seperti rangkaian tulang ikan dengan masalah sebagai kepalanya. Faktor penyebab permasalahan dikelompokkan ke dalam 6 faktor utama, yaitu *man*, *method*, *machine*, *material*, *measurement*, dan *environment* [7].

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Sumber Data

Sumber data pada modul ini yaitu dalam wujud data sekunder. Data sekunder itu berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip atau data dokumenter. Dalam modul ini, data sekunder yang digunakan merupakan hasil dari pengukuran tinggi sepatu dengan ukuran 5 sampel, dimana setiap sampel berisi 30 subgrup. Data tersebut berasal dari laporan tugas akhir dengan judul "Pengendalian Kualitas Pada Produk Sepatu Dengan Metode Six Sigma (Studi Kasus UKM Praktis Sepatu Magetan)" oleh Haniatu Susanti, mahasiswa Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia pada tahun 2018.

### B. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah tinggi sepatu yang diperoleh dari hasil pengukuran tinggi sepatu dengan banyak sampel sebesar 5 yang berisi 30 subgrup setiap sampelnya. Dari 30 subgrup yang ada, 20 subgrup merupakan data fase 1 dan sisanya merupakan data fase 2. Satuan ukuran tinggi sepatu dalam penelitian ini adalah centimeter(cm).

### C. Struktur Data

Struktur data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.1** Struktur Data Fase I

Subgroup	variabel				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	X <sub>1,1</sub>	X <sub>2,1</sub>	X <sub>3,1</sub>	X <sub>4,1</sub>	X <sub>5,1</sub>
2	X <sub>2,1</sub>	X <sub>2,2</sub>	X <sub>3,2</sub>	X <sub>4,2</sub>	X <sub>5,2</sub>
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
20	X <sub>20,1</sub>	X <sub>20,2</sub>	X <sub>20,3</sub>	X <sub>20,4</sub>	X <sub>20,5</sub>

**Tabel 3.2** Struktur Data Fase II

Subgroup	variabel				
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
1	X <sub>1,1</sub>	X <sub>1,2</sub>	X <sub>1,3</sub>	X <sub>1,4</sub>	X <sub>1,5</sub>
2	X <sub>2,1</sub>	X <sub>2,2</sub>	X <sub>2,3</sub>	X <sub>2,4</sub>	X <sub>2,5</sub>
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
30	X <sub>30,1</sub>	X <sub>30,2</sub>	X <sub>30,3</sub>	X <sub>30,4</sub>	X <sub>30,5</sub>

### D. Langkah Analisis

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengambil data sekunder dari Tugas Akhir dengan judul "Pengendalian Kualitas Pada Produk Sepatu Dengan Metode Six Sigma (Studi Kasus UKM Praktis Sepatu Magetan) oleh Haniatu Susanti".
2. Mendefinisikan karakteristik variabel tinggi sepatu dengan statistika deskriptif yaitu rata-rata, standar deviasi, nilai minimum, maksimum.
3. Melakukan uji keacakan data.
4. Melakukan uji normalitas data.
5. Membuat Peta Kendali  $\bar{X} - S$  Fase I.
6. Melakukan analisis SQC menggunakan diagram kontrol  $\bar{X} - S$  fase I.
7. Membuat Peta Kendali  $\bar{X} - S$  Fase II.
8. Melakukan analisis SQC menggunakan diagram kontrol  $\bar{X} - S$  fase I.
9. Melakukan analisis kapabilitas proses pada data  $\bar{X} - S$  yang sudah *in control*.
10. Melakukan analisis terhadap penyebab variabilitas tinggi sepatu dari data sekunder menggunakan diagram Ishikawa.
11. Menarik kesimpulan dan saran dari hasil analisis dan pembahasan diagram kontrol.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Karakteristik Data

Berikut adalah hasil perhitungan statistika deskriptif untuk data yang digunakan.

**Tabel 4.1** Karakteristik data tinggi sepatu

Variabel	Mean	Standar Deviasi	Varians	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Tinggi Sepatu	6.8827	0.2019	0.0048	6.5000	7.3000

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui bahwa rata-rata tinggi sepatu pantofel yang diproduksi adalah 6.8827 cm dengan tinggi maksimum sebesar 7.3 cm dan tinggi minimum 6.5 cm. Spesifikasi tinggi sepatu pantofel yang diharapkan adalah 6.5 cm hingga 7.5 cm sehingga nilai rata-rata, maksimum, dan minimum sehingga data masih berada pada batas spesifikasi yang diharapkan. Tingkat keragaman pada data sebesar 0.0048 dan varians sebesar 0.0019 sehingga dapat dikatakan bahwa tinggi sepatu pantofel yang diproduksi cenderung bersifat homogen.

### B. Uji Keacakan Data

Berikut adalah hasil uji keacakan untuk data fase I yang digunakan.

**Tabel 4.2** Uji keacakan data

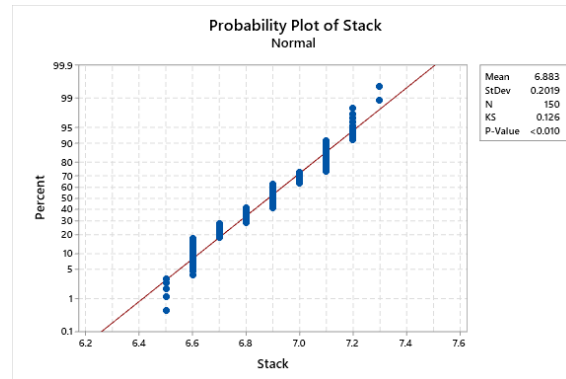
N	K	≤ K	>K	P-Value
---	---	-----	----	---------

150      6.88267      62      88      0.038

Karena nilai P-value  $> \alpha$  yaitu  $0.038 > 0.01$ , maka keputusan yang diambil adalah gagal tolak  $H_0$  sehingga data memenuhi asumsi keacakan data.

### C. Uji Normalitas Data

Berikut adalah hasil uji normalitas untuk data fase I yang digunakan.

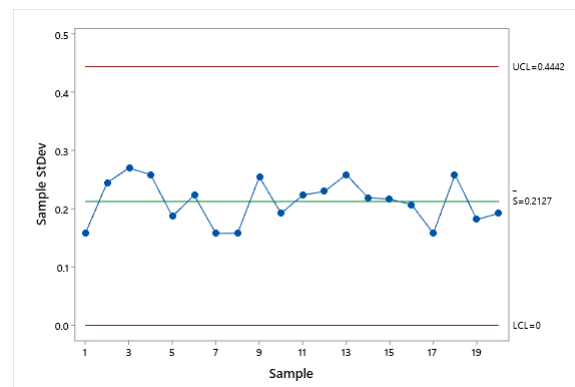


Gambar 4.1 Uji normalitas data

Karena nilai P-value  $< \alpha$ , maka keputusan yang diambil adalah tolak  $H_0$  sehingga data tidak memenuhi asumsi kenormalan data. Namun, untuk analisis lebih lanjut, data diasumsikan berdistribusi normal.

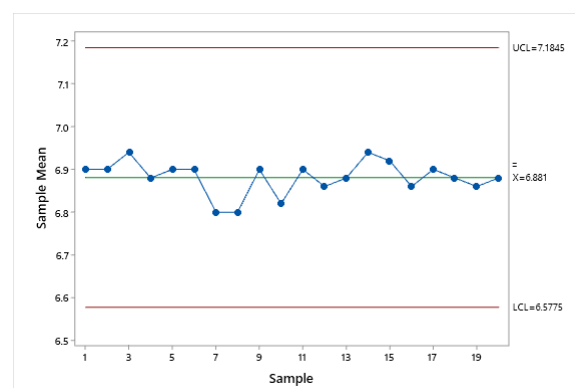
### D. Peta Kendali $\bar{X} - S$ Fase I

Analisis data dengan peta kendali  $\bar{X} - S$  dengan menggunakan data tinggi sepatu pantofel dengan 5 sampel dan 30 subgroup. Data fase 1 terdiri dari 20 subgroup dan data fase 2 terdiri dari 10 subgroup. Semua data yang digunakan sudah memenuhi asumsi keacakan dan asumsi normalitas. Berikut merupakan hasil dari peta kendali  $S$  fase 1.



Gambar 4.2 Peta kendali  $S$  pada fase I

Pada Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa pada peta kendali  $S$  tidak memiliki pola tertentu dan setiap titik data berada di dalam batas kontrol limit, yaitu batas kontrol bawah bernilai 0 dan batas kontrol atas bernilai 0.4442 sehingga pada fase I ini data sudah *in control*. Setelah setiap data sudah *in control*, akan dilanjutkan dengan membuat peta kendali  $\bar{X}$ .



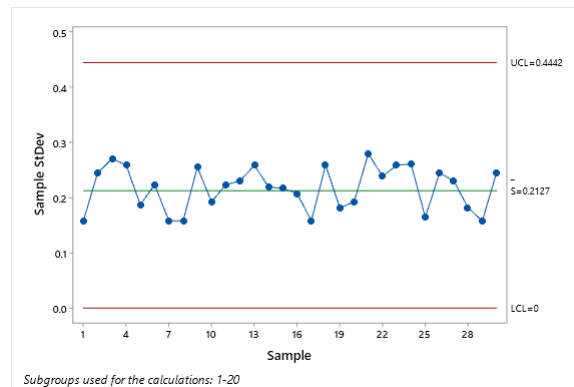
Gambar 4.3 Peta kendali  $\bar{X}$  pada fase I



Pada Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa pada peta kendali  $\bar{X}$  tidak memiliki pola tertentu dan setiap titik data berada di dalam batas kontrol limit, yaitu batas kontrol bawah bernilai 6.5775 dan batas kontrol atas bernilai 7.1845 sehingga pada fase I ini data sudah *in control*. Setelah setiap data sudah *in control* pada peta kendali  $\bar{X}$  dan  $S$ , maka analisis akan dilanjutkan dengan membuat peta kendali  $\bar{X} - S$  untuk fase II.

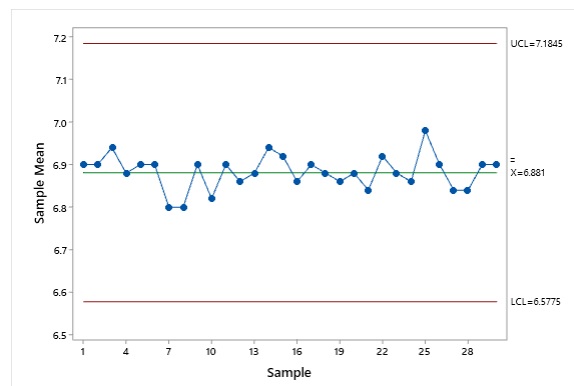
### E. Peta Kendali $\bar{X} - S$ Fase II

Pada fase II, terdapat 10 data subgrup tambahan pada 5 sampel. Batas kontrol limit yang digunakan pada fase II merupakan batas kontrol limit 1 pada fase I ketika setiap data sudah *in control*. Berikut adalah hasil dari peta kendali  $S$  fase II.



Gambar 4.4 Peta kendali  $S$  pada fase II

Pada Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa 10 data subgrup tambahan pada peta kendali  $S$  sudah berada di dalam batas kontrol limit dan tidak memiliki pola tertentu sehingga pada fase II ini data sudah *in control*. Setelah setiap data sudah *in control* pada peta kendali  $S$ , maka analisis akan dilanjutkan dengan membuat peta kendali  $\bar{X}$ .

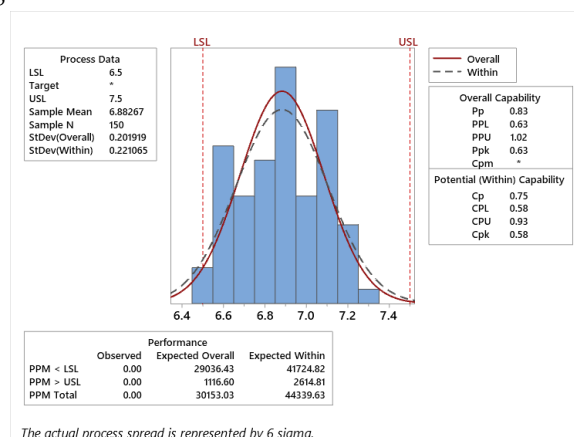


Gambar 4.5 Peta kendali  $\bar{X}$  pada fase II

Pada Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa 10 data subgrup tambahan pada peta kendali  $\bar{X}$  sudah berada di dalam batas kontrol limit dan tidak memiliki pola tertentu sehingga pada fase II ini data sudah *in control* secara statistik.

### F. Analisis Kapabilitas Proses

Setelah semua proses terkendali secara statistik, analisis akan dilanjutkan ke tahap analisis kapabilitas proses. Batas nilai spesifikasi tinggi sepatu pantofel yang diproduksi sudah ditentukan oleh perusahaan. Batas spesifikasi atas yang ditentukan adalah 7.5 cm dan batas spesifikasi bawah adalah 6.5 cm. Berikut adalah hasil perhitungan kapabilitas pada data  $\bar{X} - S$  yang sudah *in control*.

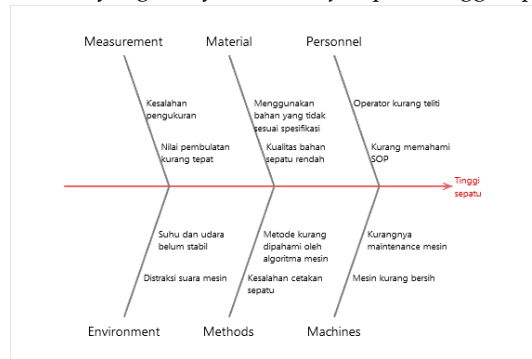


Gambar 4.6 Proses kapabilitas

Pada Gambar 4.6 dapat diketahui nilai  $C_p = 0.75$  dan nilai  $C_{pk} = 0.58$ . Oleh karena itu, proses masih belum kapabel atau belum sesuai dengan spesifikasi karena  $C_p < 1$  yaitu  $0.75 < 1$ .

### G. Diagram Ishikawa

Berikut adalah diagram sebab-akibat faktor yang menyebabkan *defect* pada tinggi sepatu.



Gambar 4.7 Diagram sebab-akibat

Pada Gambar 4.7 dapat diketahui beberapa penyebab terjadinya *defect* pada tinggi sepatu pantofel yang diproduksi. Penyebab utama dalam diagram tersebut terdapat pada *machine* dan *material*. Kurang konsistensi dalam menjaga kebersihan dan maintenance pada mesin akan menyebabkan menurunnya kesehatan mesin sehingga kemampuan akurasi mesin untuk memenuhi target spesifikasi juga menurun. Penggunaan material yang tidak sesuai dengan standar yang ditentukan akan menyebabkan *defect* pada tinggi sepatu. Jika produksi sepatu menggunakan bahan yang lebih lentur daripada yang ditetapkan, secara tidak langsung tinggi sepatu yang diproduksi juga akan lebih mudah untuk melar dan tidak sesuai dengan batas spesifikasi yang diharapkan.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis pada penelitian ini adalah tinggi sepatu pantofel yang diproduksi oleh UKM Praktis Sepatu adalah 6.881 cm dan cenderung homogen karena memiliki nilai varians yang mendekati nilai nol. Pola data tinggi sepatu juga sudah menyebar secara acak atau *random*, tetapi belum memenuhi asumsi berdistribusi normal. Berdasarkan hasil analisis menggunakan peta kendali  $\bar{X} - S$  fase I, diketahui bahwa proses sudah terkendali atau *in control* karena setiap titik data pengamat berada diantara batas kendali, baik pada peta kendali  $\bar{X}$  maupun peta kendali  $S$ . Batas kendali yang digunakan pada fase II untuk peta kendali  $\bar{X}$  yaitu, batas kendali bawah sebesar 6.5775 dan batas kendali atas sebesar 7.1845 dengan nilai rata-rata sebesar 6.8810. Sedangkan untuk peta kendali  $S$ , batas kendali bawah sebesar 0 dan batas kendali atas sebesar 0.4442 dengan nilai rata-rata sebesar 0.2127. Pada fase II juga terlihat bahwa semua proses sudah terkendali atau *in control* secara statistik. Meskipun begitu, proses yang terjadi masih belum kapabel karena belum sesuai dengan batas spesifikasi yang ditentukan. Penyebab hal tersebut terjadi dapat dilihat dari diagram sebab-akibat, seperti adanya kesalahan dalam pengukuran, bahan material yang tidak sesuai, operator kurang memahami SOP, suhu dan udara belum stabil, kebersihan mesin kurang, dan konsistensi perawatan mesin lemah.

### B. Saran

Setelah melakukan penelitian, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan yaitu menangani data yang belum memenuhi asumsi berdistribusi normal dengan menggunakan transformasi data, memperhatikan langkah analisis secara terstruktur sehingga proses penyajian hasil analisis dapat lebih mudah dipahami. Selanjutnya, saran untuk UKM Praktis Sepatu adalah memperhatikan keadaan mesin dengan melakukan perawatan secara berkala, memberikan pelatihan operator agar sesuai SOP, melakukan pengecekan seluruh alur produksi sehingga spesifikasi yang diinginkan dapat tercapai.

## REFERENSI

- [1] M. Nasution, Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management), Jakarta: Ghalia Indonesia, 2005.
- [2] D. H. Besterfield, Quality Control 4th Edition,, New Jersey, 1994.
- [3] A. Fitri, "Pengendalian Kualitas Statistik Produk Semen. Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri," 2012.
- [4] Ronald E. Walpole, Raymond H. Myers, Sharon L. Myers, Keying Ye, Probability & Statistics for Engineers & Scientists, Ninth Edition., United States of America: Pearson Education Inc, 2012.
- [5] W. W. Daniel, Statistika Nonparametrik Terapan, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1989.
- [6] D. C. Montgomery, Introduction to Statistical Quality Control, Sixth Edition., United States of America: John Wiley & Sons, Inc, 2009.
- [7] D. C. Montgomery, Introduction to Statistical Quality Control, Eight Edition., United States of America: John Wiley & Sons, Inc, 2020.



# LAMPIRAN

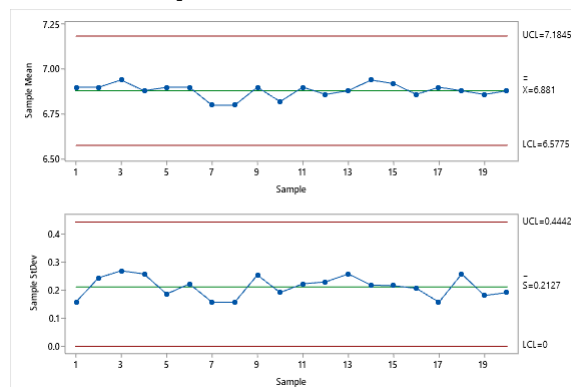
Lampiran 1 Data pengamatan fase 1

No.	X1	X2	X3	X4	X5
1	6.7	6.9	7.1	6.8	7
2	6.9	6.5	6.9	7.1	7.1
3	7.1	6.9	6.8	6.6	7
4	6.8	7.2	6.6	6.7	7.1
5	7	6.9	6.9	7.1	6.6
6	6.6	7	6.8	7.2	6.9
7	7	6.6	6.8	6.7	6.9
8	6.7	6.6	6.9	7	6.8
9	7.1	6.9	7.2	6.6	6.7
10	6.9	6.6	6.8	6.7	6.9
11	6.8	7	6.6	7.2	6.9
12	7.1	6.8	7	6.5	6.9
13	6.8	7.2	6.6	6.7	7.1
14	7.2	7	6.6	6.9	7
15	6.9	6.6	6.9	7.2	7
16	6.7	7	6.9	6.6	7.1
17	6.9	6.7	7	7.1	6.8
18	6.8	7.2	6.6	6.7	7.1
19	7.1	6.8	6.9	6.6	6.9
20	7	6.6	7.1	6.9	6.8

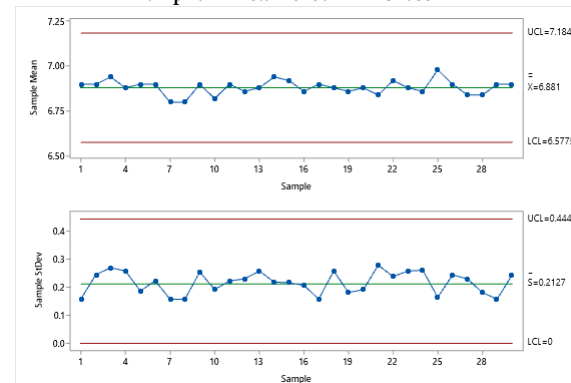
Lampiran 2 Data pengamatan fase 2

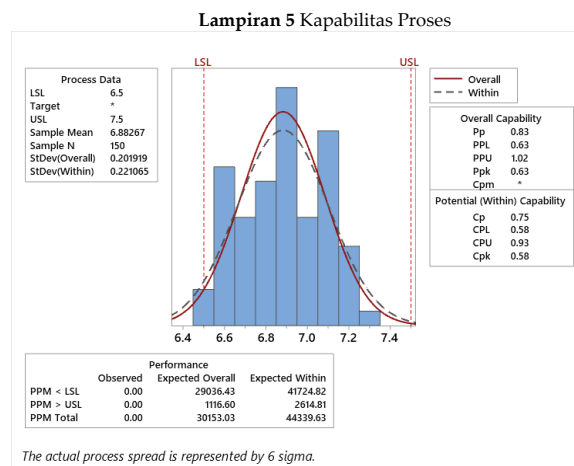
No.	X1	X2	X3	X4	X5
21	6.6	6.7	6.7	6.9	7.3
22	7.1	6.8	7.2	6.6	6.9
23	6.8	7.2	6.6	6.7	7.1
24	6.9	6.5	6.7	7.1	7.1
25	7.2	7.1	6.9	6.9	6.8
26	6.9	6.5	6.9	7.1	7.1
27	7	6.9	6.6	7.1	6.6
28	6.8	7.1	6.8	6.6	6.9
29	6.7	7.1	7	6.9	6.8
30	6.9	6.5	6.9	7.1	7.1

Lampiran 3 Peta Kendali  $\bar{X} - S$  fase I



Lampiran 4 Peta Kendali  $\bar{X} - S$  fase II





**Lampiran 6 Perhitungan manual batas kontrol limit**

<i>m</i>	<i>n</i>	$\bar{\bar{x}}$	<i>s</i>	<i>A</i> <sub>3</sub>	<i>B</i> <sub>3</sub>	<i>B</i> <sub>4</sub>
20	5	6.8817	0.1978	1.427	0	2.089

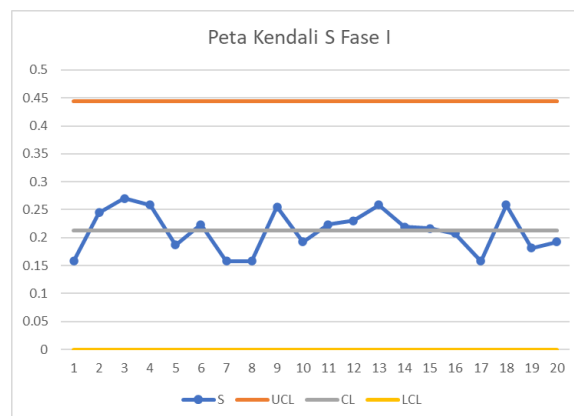
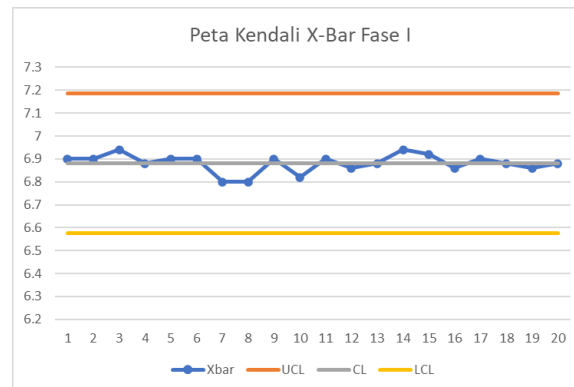
Peta Kendali $\bar{X}$	Peta Kendali <i>S</i>
$CL = \bar{\bar{x}} = 6.8817$	$CL = \bar{s} = 0.1978$
$UCL = \bar{\bar{x}} + A_3\bar{s} = 6.8817 + (1.427)(0.1978) = 7.1845$	$UCL = B_4\bar{s} = (2.089)(0.1978) = 0.4442$
$LCL = \bar{\bar{x}} - A_3\bar{s} = 6.8817 - (1.427)(0.1978) = 6.5775$	$LCL = B_3\bar{s} = (0)(0.1978) = 0$

**Lampiran 7 Tabulasi data peta Kendali  $\bar{X} - S$  fase I**

	X-Bar Chart							S Chart					
	X1	X2	X3	X4	X5	Xbar	S	UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
1	6.7	6.9	7.1	6.8	7	6.9	0.15811	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
2	6.9	6.5	6.9	7.1	7.1	6.9	0.24495	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
3	7.1	6.9	6.8	6.6	7.3	6.94	0.27019	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
4	6.8	7.2	6.6	6.7	7.1	6.88	0.25884	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
5	7	6.9	6.9	7.1	6.6	6.9	0.18708	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
6	6.6	7	6.8	7.2	6.9	6.9	0.22361	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
7	7	6.6	6.8	6.7	6.9	6.8	0.15811	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
8	6.7	6.6	6.9	7	6.8	6.8	0.15811	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
9	7.1	6.9	7.2	6.6	6.7	6.9	0.25495	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
10	6.9	6.6	7.1	6.7	6.8	6.82	0.19235	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
11	6.8	7	6.6	7.2	6.9	6.9	0.22361	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
12	7.1	6.8	7	6.5	6.9	6.86	0.23022	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
13	6.8	7.2	6.6	6.7	7.1	6.88	0.25884	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
14	7.2	7	6.6	6.9	7	6.94	0.21909	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
15	6.9	6.6	6.9	7.2	7	6.92	0.21679	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0

16	6.7	7	6.9	6.6	7.1	6.86	0.20736	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
17	6.9	6.7	7	7.1	6.8	6.9	0.15811	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
18	6.8	7.2	6.6	6.7	7.1	6.88	0.25884	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
19	7.1	6.8	6.9	6.6	6.9	6.86	0.18166	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
20	7	6.6	7.1	6.9	6.8	6.88	0.19235	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
Rata-rata						6.881	0.21266						

Lampiran 8 Peta Kendali  $\bar{X}$  – S fase I dengan Microsoft Excel

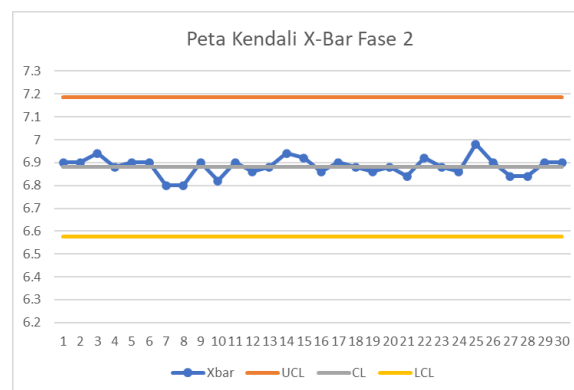


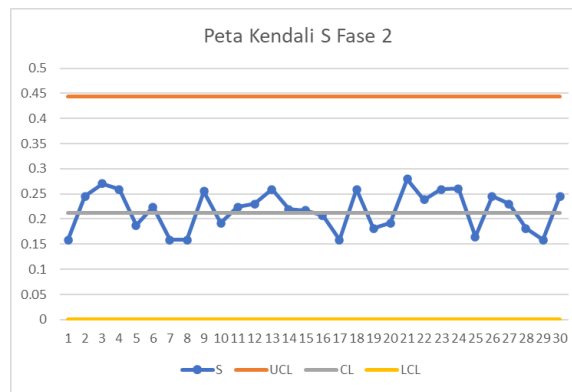
Lampiran 9 Tabulasi data peta Kendali  $\bar{X}$  – S fase II

							X-Bar Chart				S Chart		
	X1	X2	X3	X4	X5	Xbar	S	UCL	CL	LCL	UCL	CL	LCL
1	6.7	6.9	7.1	6.8	7	6.9	0.15811	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
2	6.9	6.5	6.9	7.1	7.1	6.9	0.24495	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
3	7.1	6.9	6.8	6.6	7.3	6.94	0.27019	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
4	6.8	7.2	6.6	6.7	7.1	6.88	0.25884	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
5	7	6.9	6.9	7.1	6.6	6.9	0.18708	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
6	6.6	7	6.8	7.2	6.9	6.9	0.22361	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
7	7	6.6	6.8	6.7	6.9	6.8	0.15811	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0

8	6.7	6.6	6.9	7	6.8	6.8	0.15811	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
9	7.1	6.9	7.2	6.6	6.7	6.9	0.25495	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
10	6.9	6.6	7.1	6.7	6.8	6.82	0.19235	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
11	6.8	7	6.6	7.2	6.9	6.9	0.22361	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
12	7.1	6.8	7	6.5	6.9	6.86	0.23022	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
13	6.8	7.2	6.6	6.7	7.1	6.88	0.25884	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
14	7.2	7	6.6	6.9	7	6.94	0.21909	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
15	6.9	6.6	6.9	7.2	7	6.92	0.21679	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
16	6.7	7	6.9	6.6	7.1	6.86	0.20736	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
17	6.9	6.7	7	7.1	6.8	6.9	0.15811	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
18	6.8	7.2	6.6	6.7	7.1	6.88	0.25884	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
19	7.1	6.8	6.9	6.6	6.9	6.86	0.18166	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
20	7	6.6	7.1	6.9	6.8	6.88	0.19235	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
21	6.6	6.7	6.7	6.9	7.3	6.84	0.27928	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
22	7.1	6.8	7.2	6.6	6.9	6.92	0.23875	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
23	6.8	7.2	6.6	6.7	7.1	6.88	0.25884	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
24	6.9	6.5	6.7	7.1	7.1	6.86	0.26077	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
25	7.2	7.1	6.9	6.9	6.8	6.98	0.16432	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
26	6.9	6.5	6.9	7.1	7.1	6.9	0.24495	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
27	7	6.9	6.6	7.1	6.6	6.84	0.23022	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
28	6.8	7.1	6.8	6.6	6.9	6.84	0.18166	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
29	6.7	7.1	7	6.9	6.8	6.9	0.15811	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0
30	6.9	6.5	6.9	7.1	7.1	6.9	0.24495	7.1845	6.8810	6.5775	0.4442	0.2127	0

Lampiran 10 Peta Kendali  $\bar{X} - S$  fase II dengan Microsoft Excel





© 2022 by the authors. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).