

**MAKALAH**  
**MANAJEMEN MUTU**  
**BAGAN KONTROL UNTUK PENGENDALIAN PROSES**

Disusun untuk memenuhi salah satu Tugas Mata Kuliah Manajemen Operasional

Dosen Pengampu : Mia Kusmiati, S.E., M.M.



Disusun oleh :  
**Dhea Nissa Putri Agustine (201100065)**

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN S1**  
**SEKOLAH TINGGI ILMU EKONOMI (STIE)**  
**“YASA ANGGANA”**  
**GARUT**  
**2022**

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Penyusun panjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah, serta hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas penulisan Makalah Manajemen Mutu “Bagan Kontrol Untuk Pengendalian Proses” dengan tepat waktu.

Penyusunan makalah ini merupakan salah satu bentuk penyelesaian tugas mata kuliah Manajemen Operasional. Penyusun telah mengoptimalkan makalah ini dengan bantuan semua pihak untuk memastikan makalah ini dapat diselesaikan tepat waktu. Untuk itu, penyusun sangat berterima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuannya selama proses penyelesaian makalah ini hingga rampungnya makalah ini. Penyusun juga berharap semoga makalah ini dapat bermanfaat bagi setiap pembaca.

Kami menyadari bahwa makalah kami ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan para pembaca untuk memberikan kritik dan saran yang membangun guna penyusunan makalah yang lebih baik.

Garut, 23 Juni 2022

Penyusun

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI.....	ii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. LatarBelakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Manfaat .....	3
BAB II PEMBAHASAN .....	4
2.1. Pengertian Pengendalian Kualitas Statistik .....	4
2.2. Definisi Control chart .....	10
2.3. Sejarah Peta Kendali (Control chart) .....	10
2.4. Tujuan Control chart .....	11
2.5. Klasifikasi Control chart .....	12
1. Xbar – R Chart .....	14
2. Xbar – s Chart .....	15
3. I – MR Chart (Individual Moving Range Chart) .....	15
2.6. Rumus-rumus Control chart (Peta Kendali) .....	16
1. Bagan pengendalian X : .....	20
2. Bagan pengendalian R : .....	20
3. Bagan pengendalian X .....	20
4. Bagan pengendalian R.....	21
5. Bagan I-MR.....	22
6. Bagan X bar – S .....	24
7. Bagan p.....	27
8. Bagan pn.....	29
9. Bagan u.....	30
10. Bagan c .....	33

2.8. Contoh Kasus .....	34
BAB III PENUTUP .....	45
3.1 Kesimpulan .....	45
DAFTAR PUSTAKA .....	46

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. LatarBelakang**

Persaingan yang terjadi dalam dunia bisnis yang sangat ketat ini, memaksa setiap perusahaan untuk menghasilkan produk sesuai dengan permintaan pasar. Konsumen akan dengan mudah beralih keperusahaan lain jika merasa kualitas produknya lebih rendah bila dibandingkan produk lain yang sejenis. Produk merupakan faktor penting dalam mempengaruhi keunggulan bersaing dengan perusahaan lain yang sejenis, sehingga perusahaan akan berusaha mengembangkan produknya dengan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dan mampu bersaing dengan perusahaan lain yang sejenis. Kualitas hasil produksi suatu perusahaan menjadi nilai tambah bagi produknya.

Dalam industri proses modern terdapat peralatan proses yang bekerja pada suhu dan tekanan ekstem. Rangkaian peralatan sudah sedemikian kompleks. Sementara kondisi proses bersifat dinamik. Inilah yang menjadi alasan mengapa diperlukan suatu sistem pengendalian. Dengan kontrol proses kita dapat menentukan berapa jumlah dan konsentrasi yang dihasilkan dari produk akhir. Tanpa adanya kontrol proses maka produk yang dihasilkan tidak akan sesuai dengan keinginan kita dan membuang banyak biaya.

Kualitas dan manajemen kualitas telah mengalami evolusi menjadi yang TQM(*TotalQualityManagement*), filosofi TQM berisi dua komponen yang saling berhubungan, yaitu sistem manajemen dan sistem teknik.

Sistem manajemen berkaitan dengan perencanaan, pengorganisasian, pengendalian dan pengelolaan proses sumber daya manusia yang berkaitan dengan kualitas produk atau jasa. Sistem teknik melibatkan penjaminan kualitas dalam desain produk, perencanaan dan desain proses dan pengendalian bahan baku, produk dalam proses dan produk jadi.

*Statistic Qaulity Control* (SQC) atau pengendalian kualitas statistik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola dan memperbaiki produk dan proses menggunakan metode-metode statistik. Pengendalian kualitas statistik (*Statistic*

*Quality Control*) sering disebut sebagai pengendalian proses statistik (*Statistical Process Control/SPC*). Pengendalian kualitas statistik dan pengendalian proses statistik memang merupakan dua istilah yang saling dipertukarkan, yang apabila dilakukan bersama-sama maka penggunaan melihat gambaran kinerja proses masa kini dan masa mendatang.

Pengendalian kualitas statistic mempunyai cakupan yang lebih luas karena didalamnya terdapat pengendalian proses statistik, pengendalian produk (*acceptancesampling*) dan analisis kemampuan proses. Salah satu pengendalian kualitas statistic yang akan dibahas dalam makalah ini yaitu *Control Chart*.

Bagan pengendalian (*control chart*) merupakan grafik garis dengan mencatumkan batas maksimum dan bahan minimum yang merupakan batas daerah pengendalian. Bagan ini menunjukkan perubahan data dari waktu ke waktu tetapi tidak menunjukkan penyebab penyimpangan, meskipun adanya penyimpangan itu akan terlihat pada bagian pengendalian tersebut.

## **1.2. Rumusan Masalah**

- a. Apa tujuan dari pengendalian proses ?
- b. Mengapa pengendalian proses memerlukan pengambilan tindakan korektif?
- c. Apa yang dimaksud pengendalian kualitas statistik?
- d. Apa yang dimaksud dengan bagan pengendalian?
- e. Bagaimana sejarah penggunaan bagan pengendalian?
- f. Apa tujuan penggunaan bagan pengendalian?
- g. Apa saja jenis-jenis bagan pengendalian?
- h. Bagaimana cara membuat bagan pengendalian tersebut?
- i. Berikan beberapa contoh kasus dalam penggunaan bagan kontrol pengendalian proses?

## **1.3. Tujuan**

Adapun yang menjadi tujuan penulisan makalah ini diantaranya ialah untuk menjelaskan pengertian dan tujuan pengendalian proses, peranan dari pengendalian proses. Mengetahui dan memahami mengenai pengertian bagan pengendalian, cara pembuatannya, dan memahami contoh kasus dengan

menggunakan bagan pengendalian.

#### **1.4. Manfaat**

Penulis berharap penulisan makalah ini akan memberikan manfaat berupa pengetahuan pembaca tentang pengendalian proses, peranan pengendalian proses.

## **BAB II**

### **PEMBAHASAN**

#### **2.1. Pengertian Pengendalian Kualitas Statistik**

Pengendalian kualitas statistical quality control(SPC) adalah bagan visual untuk memberi gambaran proses yang sedang berjalan, untuk mengetahui apakah proses berada di dalam batas-batas yang telah ditetapkan sebelumnya atau tidak. Dapat juga dikatakan bahwa pengendalian kualitas statistic merupakan ilmu yang mempelajari tentang teknik/metode pengendalian kualitas berdasarkan prinsip / konsep statistik.

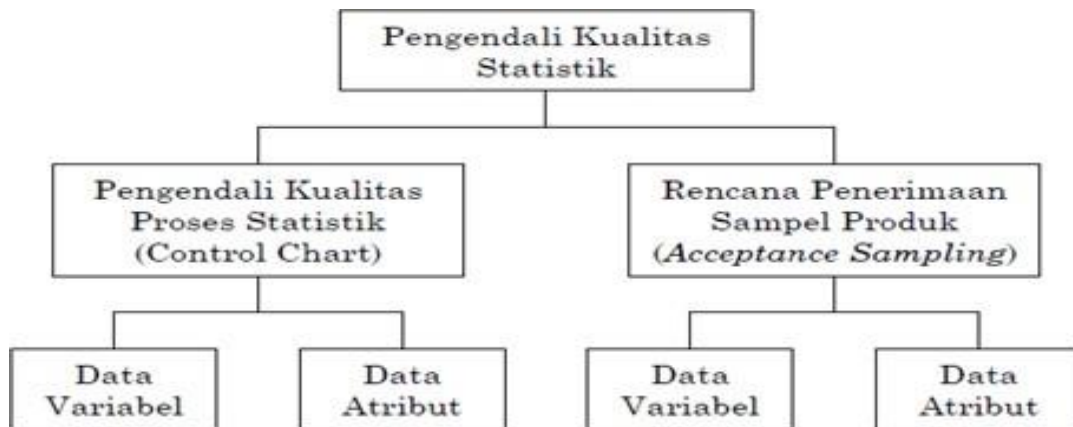
Pengendalian kualitas statistik adalah alat yang sangat berguna dalam membuat produk sesuai dengan spesifikasi sejak dari awal proses hingga akhir proses. Dalam banyak proses produksi, akan selalu ada gangguan yang dapat timbul secara tidak terduga. Apabila gangguan tidak terduga dari proses ini relative kecil biasanya dipandang sebagai gangguan yang masih dapat diterima atau masih dalam batas toleransi. Apabila gangguan proses ini relative besar atau secara kumulatif cukup besar dikatakan tingkat gangguan yang tidak dapat diterima. Tujuan pengendalian kualitas statistic antaralain :

1. Memperoleh jaminan kualitas(*quality Assurance*) dapat dilakukan dengan rencana sampel penerimaan.
2. Menjaga konsistensi kualitas, dilaksanakan dengan *Control Chart*.

Dengan penerapan pengendalian kualitas statistical perusahaan akan mendapat manfaat atau keuntungan antara lain:

- a. Untuk mempertinggi kualitas atau mengurangi biaya.
- b. Menjaga kualitas lebih *uniform*.
- c. Penggunaan alat produksi lebih efisien.
- d. Mengurangi *rework* dan pembuangan.
- e. Inspeksi yang lebih baik.
- f. Memperbaiki hubungan produsen-konsumen.





**Gambar 1. Penggolongan Pengendalian Kualitas Statistik**

Sistem pengendalian atau sistem kontrol adalah susunan beberapa komponen yang terangkai membentuk aksi pengendalian. Sistem pengendalian yang diterapkan dalam teknologi proses disebut sistem pengendalian proses. Pengendalian proses adalah disiplin rekayasa yang melibatkan mekanisme dan algoritma untuk mengendalikan keluaran dari suatu proses dengan hasil yang diinginkan.

Tujuan mendasar dari pengendalian proses adalah untuk mengembangkan sistem yang membedakan antara variasi karena penyebab kebetulan dan yang karena penyebab yang dapat dialihkan sehingga yang terakhir dapat diidentifikasi dan dihilangkan sehingga meningkatkan kualitas produk. Alat dasar yang digunakan untuk tujuan ini disebut diagram kendali.

Diagram kendali adalah tampilan visual dari hasil pemeriksaan sampel suatu produk. Ini menggabungkan batas statistik yang diturunkan dengan hati-hati yang membantu membedakan antara variabilitas acak dan variabilitas yang dapat dialihkan. Bagan kontrol terdiri dari tiga garis, garis tengah, batas kontrol atas, dan batas kontrol bawah. Untuk membuat grafik, variabel waktu diambil sepanjang absis (sumbu x) dan karakteristik kualitas produk diambil sepanjang ordinat (sumbu y). Parameter kontrol - garis tengah, batas kontrol atas, dan batas kontrol bawah - digambar dengan garis horizontal. Garis tengah menunjukkan nilai rata-rata dari karakteristik kualitas. Batas kendali atas terletak pada 3 deviasi standar di atas garis tengah dan batas kendali bawah terletak pada 3 deviasi standar di bawah garis tengah. Sampel dengan ukuran tetap diambil pada interval

waktu tertentu. Setiap sampel diperiksa untuk mengetahui karakteristik kualitas yang diberikan. Nilai sampel diplot pada grafik sesuai dengan waktu yang tersedia. Tren titik-titik dalam grafik dipelajari untuk mengetahui keadaan prosesnya. Selama titik sampel berada dalam batas kendali, prosesnya dikatakan terkendali. Variasi yang diamati disebabkan oleh sebab-sebab kebetulan dan tidak serius. Jatuhnya poin di luar batas kendali menunjukkan penurunan kualitas dan karenanya adanya penyebab yang dapat ditetapkan. Penyebab tersebut diidentifikasi dan diperbaiki. Kadang-kadang titik sampel dalam batas kontrol menunjukkan pola tertentu seperti tren naik atau turun yang terus menerus, pola siklus, pola pelukan, dll. Meskipun titik-titik tersebut berada dalam batas, ini menunjukkan adanya penyebab yang dapat ditentukan dan karenanya perlu mengambil tindakan korektif.

#### 1. Jenis Bagan Kontrol:

Untuk menilai kualitas suatu produk, diperlukan pengukuran beberapa properti produk (sifat produk disebut karakteristik kualitas). Hal ini dapat dilakukan pertama kali dalam hal produk diklasifikasikan benar atau salah (dapat diterima atau tidak dapat diterima). Contohnya adalah penilaian properti yang sulit diukur secara kuantitatif, seperti penampilan permukaan, warna, kilap, tekstur, retakan, ketidaksempurnaan, luka bakar, gerinda, dll. Properti ini biasanya diukur dengan perbandingan dan setiap sampel yang diambil diklasifikasikan baik atau buruk (ok atau rusak). Properti ini (atau karakteristik kualitas) disebut atribut. Kedua, produk dapat diklasifikasikan baik atau buruk, dapat diterima atau tidak dapat diterima berdasarkan pengukuran kuantitatif propertinya. Properti ini (yang mampu diukur) disebut variabel. Contoh umum variabel adalah diameter, panjang, ketebalan, berat, suhu, kelembaban, tegangan, kekerasan, viskositas, dll. Jadi, diagram kendali terdiri dari dua jenis (i) yang digambar untuk properti yang merupakan variabel. Ini disebut diagram kontrol oleh variabel. (ii) yang digambar untuk properti yang merupakan atribut. Ini disebut diagram kendali berdasarkan

atribut.

## 2. Diagram Kontrol untuk Variabel:

Grafik  $\bar{x}$ -R adalah sepasang grafik yang terdiri dari grafik rata-rata (disebut grafik  $\bar{x}$ ) dan grafik jarak (disebut grafik R) yang ditempatkan satu di bawah yang lain pada selembor kertas grafik. Grafik  $\bar{x}$  digunakan untuk mengontrol nilai rata-rata karakteristik dan grafik R digunakan untuk membatasi rentang variasi nilai. Grafik  $\bar{x}$ -R dibuat ketika karakteristiknya dapat diukur. Setiap bagan terdiri dari tiga nilai: garis tengah, batas kontrol atas, dan batas kontrol bawah. Garis tengah mewakili rata-rata aritmatika dari rata-rata sampel yang sama dengan rata-rata populasi,  $\mu$ . Batas kendali atas dan bawah terletak pada tiga deviasi standar di kedua sisi garis tengah. Sampel dengan ukuran tetap diambil secara berkala dan pengukuran dilakukan. Nilai-nilai bijak sampel dari mean dan kisaran diplot dalam grafik  $\bar{x}$  dan R masing-masing. Penyebaran titik sampel dalam bagan dipelajari untuk memutuskan tindakan perbaikan (jika ada) yang akan diambil. Grafik  $\bar{x}$  menganalisis apakah rata-rata karakteristik kualitas berada dalam kendali atau tidak, sedangkan grafik R menganalisis apakah variabilitas berada dalam kendali atau tidak.

Grafik  $\bar{x}$ -R (grafik kendali infact secara umum) didasarkan pada konsep bahwa rata-rata sampel dari beberapa item cenderung membatalkan variabilitas proses normal dan perubahan yang tidak diinginkan karena penyebab yang dapat dialihkan setelahnya menjadi terlihat. Selanjutnya untuk memastikan bahwa penyebab yang dapat ditentukan terdeteksi sebelum toleransi yang disyaratkan dilanggar, yaitu:

- a. Batas statistik atas dan bawah dibuat dan dimasukkan ke dalam bagan.
- b. Batas statistik dihitung dari rata-rata sampel  $n$  (4,5 ...) daripada sampel tunggal berukuran besar (Ini mengurangi penyebaran

variabilitas alami).

Batas statistik (atau parameter kontrol) dari grafik rata-rata ( $\bar{x}$  - chart) dapat diatur seperti di bawah:

- a.  $\bar{\bar{x}}$  dan  $\sigma_{\bar{x}}$  diketahui
- b. Pusat garis =  $CL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}}$
- c. Upper control limit =  $UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + 3 \cdot \sigma_{\bar{x}}$
- d. Lower control limit =  $LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - 3 \cdot \sigma_{\bar{x}}$

Formula dapat dikurangi sebagai berikut:

- a.  $UCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2 R$  (Bar)
- b.  $LCL_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2 R$  (Bar)

Dimana  $A_2$  adalah konstanta tergantung pada ukuran sampel & sigma level.  $\bar{x}$  - grafik biasanya disertai dengan grafik jangkauan (R-chart). Bagan R, seperti bagan X, terdiri dari garis tengah, batas kontrol atas, dan batas kontrol bawah. Garis tengah peta-R terletak di R dan batas kendali di  $R \pm 3 \sigma_R$ .

Prasyarat untuk persiapan bagan adalah keputusan untuk aspek-aspek berikut :

- a. Karakteristik kualitas mengacu pada properti produk yang akan dinilai. Karakteristik kualitas harus dapat diukur. Dalam hal lebih dari sekedar karakteristik kualitas, bagan terpisah dibuat untuk setiap karakteristik kualitas.
- b. Ukuran sampel mengacu pada jumlah bagian yang terdiri dari setiap sampel. Ukuran sampel adalah keputusan penting. Ini adalah praktik umum untuk menggunakan sampel  $n = 4$  atau  $5$  untuk mendapatkan biaya penilaian yang rendah. Sampel besar seperti  $n = 15$  atau  $20$  digunakan jika deviasi standar proses besar.

### 3. Gunakan Diagram Kontrol:

- a. Kumpulkan sampel dengan ukuran tetap pada interval waktu tertentu.
- b. Mengukur setiap unit sampel untuk karakteristik kualitas;

hitung mean dan kisaran setiap sampel.

- c. Plot nilai  $\bar{X}$  dan  $R$  dari setiap sampel di grafik masing-masing.
- d. Mempelajari tren poin untuk menafsirkan dan menyarankan tindakan perbaikan:

- 1) Populasi sampel mengacu pada jumlah sampel yang akan dikumpulkan untuk membuat peta kendali. Jumlah sampel harus mencukupi. Biasanya, 20 sampel, masing-masing berukuran 4 atau 5, cukup untuk memiliki perkiraan yang baik dari rata-rata proses ( $\bar{\bar{x}}$ ) dan dispersi ( $R$  (Bar)).

- 2) Interval waktu mengukur jarak waktu antara sampel yang berurutan. Interval waktu, umumnya, harus proporsional dengan frekuensi rata-rata kondisi di luar kendali. Ini merupakan keputusan yang cukup kompleks karena sejumlah faktor seperti ekonomi biaya, kerentanan proses terhadap gangguan, kenyamanan pengawas, dll.

Perlu dipertimbangkan.

- a) Pola ke atas yang terus menerus menunjukkan keausan alat, keausan benang dan perangkat penjepit, penurunan kekuatan larutan, akumulasi kotoran, penyumbatan perlengkapan dan lubang, dan kenaikan suhu yang tidak normal, dll. Tren harus diselidiki untuk menentukan apakah proses “tergelincir” dan penyesuaian harus dilakukan sebelum kondisi di luar kendali terjadi.

- b) Pola siklus yang menggambarkan puncak dan lembah, menunjukkan adanya variabel (yaitu posisi aus, eksentrisitas roller, kelelahan, rotasi orang, dll.) yang beroperasi secara berkala.

- c) Pola titik yang tidak menentu jatuh di atas dan di bawah batas kontrol - menunjukkan adanya kerusakan material, seringnya penyetulan mesin, operator yang kurang terlatih, dll.

- d) Titik berpelukan yang terletak di dekat rata-rata proses -

menunjukkan bias dalam pengukuran, pencatatan dilakukan tanpa pengukuran aktual dan pemilihan sampel yang tidak tepat (misalnya pemilihan sampel dari mesin berbeda yang melakukan pekerjaan yang sama).

## **2.2. Definisi Control chart**

*ControlChart* adalah suatu Teknik yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatuaktivitas/proses berada dalam pengendalian kualitas. Metode ini dapat membantu perusahaan menjelaskan nilai-nilai statistik dari cacat keluaran yang dilengkapi batas atas, garis tengah dan batas bawah.

## **2.3. Sejarah Peta Kendali (Control chart)**

Peta kendali atau biasa dikenal dengan istilah control chart pertama kali ditemukan oleh Dr.WalterA.AndrewShewar Di Amerika serikat pada tahun 1924. Ketika Walter A. Andrew Shewar bekerja untuk Bell Labs pada tahun 1920. Dr.A.W.Shewhart dan rekan-rekannya terus mengembangkan diagram-bagan pengendalian mutu sejak tahun 1920-1930. Dengan teknik-teknik ini, proses penyediaan barang-barang produksi dan jasa dapat lebih mudah diperkirakan dan lebih konsisten.

Ketika Walter A. Andrew Shewar bekerja untuk Bell Labs pada tahun 1920. Beberapa pemimpin perusahaan telah berusaha untuk meningkatkan keandalan atau kualitas sistem transmisi telepon yang mereka gunakan karena amplifier dan peralatan yang digunakan harus dikubur atau ditaruh di bawah tanah. Pada 1920, para pemimpin perusahaan telah menyadari pentingnya mengurangi variasi dalam proses manufaktur. Selain itu, mereka telah menyadari bahwa proses penyesuaian secara terus-menerus untuk menyelesaikan masalah yang tidak sesuai dapatmeningkatkan variasi dan menimbulkan kualitas yang buruk. Dari beberapa kendala yang dialami oleh pemimpin perusahaan dan melihat peluang kebutuhan bisnis yang lebih kuat untuk mengurangi frekuensi kegagalan dan meningkatkan perbaikan. Shewhart menyusun dan mengumpulkan

masalah- masalah tersebut dan menyusunnya dengan metode umum ke khusus. Tanggal 16 Mei 1924, Walter A. Andrew Shewar menulis sebuah memo internal untukmem perkenalkan peta kendali (control chart) sebagai alat untuk membedakan antara keduanya. Atasan Dr. Shewhart, George Edwards, menceritakan mengenai cara Dr. Walter A. Andrew Shewar dalam membuat atau memperkenalkan peta kendali (control chart) bahwa Dr. Shewhart terlebih dahulu menyiapkan memorandum beberapa halaman berkisar antara sepertiga dari halaman sebuah diagram sederhana yang dikenal sebagai peta kendali skema diagram dan teks pendek yang didahului dengan penetapan prinsip- prinsip penting dan pertimbangan yang telah kami ketahui sebagai kontrol kualitas. Shewhartmenekankanbahwa untuk membawaprosesproduksimenjadisistem kontrolstatistik, yang manahanyaada tigapokok yaitu umum, penyebab, dan variasi, dan menyimpannya dalam kontrol. Cara ini sangat diperlukan untuk memprediksi keluaran masa depan dan untuk mengelolaproses ekonomi.

Shewhart menciptakan dasardiagram kontrol dan konsep negara kontrolstatistik dengan percobaan yang dirancang dengan hati-hati. Sementara Shewhart menarik dari teori statistic matematika murni, Shewhart memahami data dari proses fisik yang menghasilkan "kurva normal distribusi" (distribusi Gaussian, juga biasa disebut sebagai "kurva lonceng"). Shewhart menemukan bahwa variasi yang diamati dalam data manufaktur tidak selalu member hasildengan cara yang sama sebagai data yang sesuai (gerak Brown dari partikel). Pada tahun 1924 atau 1925, inovasi Shewhart menjadi perhatian W.EdwardsDeming, yang bekerja difasilitas Hawthorne. Setelah kekalahan Jepang pada akhir Perang DuniaII, Deming menjabat sebagai konsultan statistic untuk Panglima Tertinggi untuk sekutu dan menjadi pendukung inovasi Shewhart. Keterlibatannya dalam kehidupan Jepang, dan karir yang Panjang sebagai konsultan industry di sana W.Edwards Deming menggunakan dan menyebarkan pemikiran Shewhart sehingga penggunaan peta kendali digunakan secara luas di industri manufakturJepangsepanjangtahun 1950-andan 1960-an.

#### **2.4. Tujuan Control chart**

Tujuan *Control chart* adalah untuk menetapkan apakah setiap titik pada grafik normal atau tidak normal dan dapat mengetahui perubahan dalam proses

dari mana data dikumpulkan, sehingga setiap titik pada grafik harus mengindikasikan dengan cepat dari proses mana data diambil.

## **2.5. Klasifikasi Control chart**

*Control chart* atau Peta Kendali yang paling sering dipakai dalam Produksi pada umumnya terdiri dari 7 Jenis Control chart dan digolongkan menjadi 2 Kategori berdasarkan jenis data yang diukurnya yaitu untuk data variable dan untuk data attribute. Berikut ini adalah Jenis-jenis Control chart (Peta Kendali) :

### **Control chart data untuk atribut**

Attribute Control chart atau Peta Kendali Atribut ini digunakan untuk mengendalikan proses dengan menggunakan Data Atribut seperti Jumlah unit yang gagal Produksi (Reject), Jumlah ketidak hadiran karyawan, Jumlah Komponen yang defective dan lain sebagainya. Pada dasarnya, Data Atribut adalah Data yang hanya memiliki 2 nilai atau pilihan seperti OK atau NG, Hadir atau Absen, dan Komponen Baik atau Komponen Defective. Control chart Jenis ini diantaranya adalah np-Chart, p-Chart, c-Chart dan u-Chart.

#### **np-Chart**

np-Chart adalah Control chart (Peta kendali) yang berfungsi untuk mengukur jumlah defective (kegagalan/cacat) pada produksi. np-Chart digunakan apabila jumlah sampel (sample size) yang dikumpulkan adalah konstan atau tetap. Ukuran sampel (sample size) sebaiknya berjumlah lebih dari 30 ( $n > 30$ ) dan harus konstan (tetap) dari waktu ke waktu sedangkan Jumlah Set sampel yang ideal adalah sekitar 20 – 25 set sampel.

np-Chart adalah salah Jenis Control chart (Peta Kendali) yang berfungsi untuk mengukur proporsi defective (kegagalan/cacat) pada produksi. Sebagai contoh, jika ada 10 unit yang cacat dari 100 unit yang diinspeksi, maka proporsi produk cacat adalah  $10/100 = 0,10$ . p-Chart digunakan apabila jumlah sampel (sample size) yang dikumpulkan adalah tidak konstan atau tidak tetap. Ukuran sampel (sample size) sebaiknya lebih dari 30 ( $n > 30$ ) dan Jumlah Set sampel yang ideal adalah sekitar 20 – 25 set sampel.

#### **c-Chart**

c-Chart adalah jenis control chart (Peta Kendali) yang berfungsi untuk mengukur banyaknya jumlah defect atau ketidak sesuaian yang terdapat dalam unit yang diproduksi. c-Chart digunakan apabila jumlah kesempatan yang defect adalah



konstan atau tetap.

### **u-Chart**

Sama seperti c-Chart, u-Chart digunakan untuk mengukur banyaknya jumlah defect atau ketidaksesuaian dalam unit yang diproduksi. Penggunaan u-Chart apabila jumlah kesempatan yang defect adalah non-konstan atau tidak tetap.

Data untuk atribut (Attributes Data) merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari data atribut adalah ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi buku tabungan nasabah, banyaknya jenis cacat pada produk dan lain-lain. Data atribut diperoleh dalam bentuk unit-unit ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan. Atribut dalam pengendalian kualitas menunjukkan karakteristik kualitas yang sesuai dengan spesifikasi. Atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan misalnya goresan, kesalahan warna atau ada bagian yang hilang. Selain itu, atribut digunakan apabila pengukuran dapat dibuat tetapi tidak dibuat karena alasan waktu, biaya, atau kebutuhan. Pengendalian kualitas proses statistik untuk data atribut ini digunakan sebagai pengganti pengendalian kualitas proses statistik untuk data variabel.

Grafik pengendalian kualitas proses statistik data atribut dapat digunakan pada semua tingkatan dalam organisasi, perusahaan, dan mesin-mesin. Grafik pengendalian kualitas proses statistik data atribut juga dapat membantu mengidentifikasi akar permasalahan baik pada tingkat umum maupun pada tingkat yang lebih mendetail.

Ada dua kelompok grafik pengendalian proses statistik data atribut, yaitu yang berdasarkan distribusi binomial dan distribusi poisson. Kelompok pengendalian untuk unit-unit ketidaksesuaian, didasarkan pada distribusi binomial seperti p-chart yang menunjukkan proporsi ketidaksesuaian dalam sampel atau sub kelompok yang ditunjukkan dengan bagian atau persen. Sedangkan yang berdasarkan distribusi poisson, terdapat c-chart dan u-chart. Untuk menyusun grafik pengendalian proses statistik untuk data atribut diperlukan beberapa Langkah sebagai berikut:

### **Menentukan sasaran yang akan dicapai**

Sasaran ini akan mempengaruhi jenis pada pengendalian kualitas proses statistik data atribut yang harus digunakan. Hal ini tentu saja dipengaruhi oleh

karakteristik kualitas suatu produk dan proses, apakah proporsi atau banyaknya ketidak sesuaian dalam sampel atau sub kelompok, ataukah ketidak sesuaian dari suatu unit setiap kali mengadakan observasi.

### **Menentukan banyaknya sampel dan banyaknya observasi**

Banyaknya sampel yang diambil akan mempengaruhi jenis grafik pengendali di samping karakteristik kualitasnya.

### **Mengumpulkan data**

Data yang dikumpulkan tentu disesuaikan dengan jenis peta pengendali. Misalnya suatu perusahaan atau organisasi menggunakan p-chart, maka data yang dikumpulkan juga harus diatur dalam bentuk proporsi kesalahan terhadap banyaknya sampel yang diambil.

Menentukan garis

Menentukan garis tengah dan batas-batas pengendali pada masing-masing grafik pengendali biasanya menggunakan  $\pm 3\sigma$  sebagai batas-batas pengendalinya.

Merevisi garis tengah dan batas-batas pengendali

Revisi terhadap garis pusat dan batas-batas pengendali dilakukan apabila dalam grafik pengendali kualitas proses statistik untuk data atribut terdapat data yang berada di luar batas pengendali statistik (out of statistical control) dan diketahui kondisi tersebut disebabkan karena penyebab khusus. Demikian pula data yang berada di bawah garis pengendali bawah apabila ditemukan penyebab khusus di dalamnya tentu juga diadakan revisi.

### **Control chart untuk Data Variabel**

Variable Control chart atau Peta Kendali Variabel ini digunakan untuk mengendalikan proses dengan Data Variabel seperti Panjang Kaki Komponen, Suhu Solder, Tegangan Power Supply, Dimensi Komponen dan Data-data variabel lainnya. Control chart jenis ini diantaranya adalah Xbar – R Chart, Xbar – s Chart dan I – MR Chart. Komponen penting yang terdapat dalam sebuah Control chart adalah Batas-batas kendali (Control Limit) yang terdiri dari Upper Control Limit (UCL), Central Limit (CL), dan Lower Control Limit (LCL).

#### **1. Xbar – R Chart**

Xbar – R Chart adalah Peta kendali untuk mengendalikan proses berdasarkan Rata-rata (Xbar) dan Range (R). Xbar – R Chart digunakan apabila ukuran sampel yang dikumpulkan berjumlah lebih dari 2 dan kurang dari atau sama dengan 5 ( $2 < n \leq 5$ ) pada setiap set sampel data, Jumlah set sampel yang ideal adalah 20 – 25

set sampel.

## **2. Xbar – s Chart**

Xbar – s Chart adalah Peta kendali untuk mengendalikan proses berdasarkan Rata-rata (X-bar) dan Standar Deviasi (s). Xbar-s Chart digunakan apabila ukuran sampel yang dikumpulkan berjumlah lebih dari 5 ( $n > 5$ ) pada setiap set sampel data, Jumlah set sample yang ideal adalah 20 – 25 set sampel.

## **3. I – MR Chart (Individual Moving Range Chart)**

I-MR Chart digunakan apabila data sampel yang dikumpulkan hanya berjumlah 1 unit. Chart jenis ini sering digunakan jika sampel yang diperiksa tersebut harus dimusnahkan (tidak dapat dipakai kedua kalinya) atau pada produk yang berharga tinggi.

## 2.6. Rumus-rumus Control chart (Peta Kendali)

Rumus untuk menghitung Control Limit (Batas Kendali) berbeda-beda tergantung jenis Control chart (Peta Kendali) yang dipergunakannya, Berikut ini adalah

### Rumus-rumus Control Chart

Jenis Chart	Centerline	Upper Control Limit	Lower Control Limit
$\bar{X}$	$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{k}$	$\bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$	$\bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$
R	$\bar{R} = \frac{\sum R}{k}$	$D_4 \bar{R}$	$D_3 \bar{R}$
$\bar{IX}$	$\bar{IX} = \frac{\sum IX}{n}$	$\bar{IX} + E_2 \overline{MR}$	$\bar{IX} - E_2 \overline{MR}$
MR	$\overline{MR} = \frac{\sum MR}{k-1}$	$D_4 \overline{MR}$	$D_3 \overline{MR}$
p	$\bar{p} = \frac{\sum np}{N} \times 100\%$	$\bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(100\% - \bar{p})}{n}}$	$\bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(100\% - \bar{p})}{n}}$
np	$\overline{np} = \frac{\sum np}{k}$	$\overline{np} + 3\sqrt{\overline{np}(1 - \frac{\overline{np}}{n})}$	$\overline{np} - 3\sqrt{\overline{np}(1 - \frac{\overline{np}}{n})}$
c	$\bar{c} = \frac{\sum c}{k}$	$\bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$	$\bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$
u	$\bar{u} = \frac{\sum u}{k}$	$\bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	$\bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

ilmumanajemenindustri.com

Rumus-rumus Control chart yang digunakan untuk menghitung batas kendalinya :

## 2.7. Cara Pembuatan Bagan pengendalian Diagram x - R

Langkah pembuatannya adalah:

- Langkah 1

Kumpulkan data, umumnya diperlukan lebih dari 100 data. Data dan cara pengambilan sampel yang akan dilakukan pada waktu yang akan datang.

- Langkah 2

Bagi data tersebut kedalam beberapa group. Pemilihan sub group tersebut dapat

didasarkan pada urutan pengukuran atau lot dan tiap sub group terdiri atas 2-5 data.

Didalam pengelompokan data tersebut harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- a. Data yang diperoleh dengan kondisi teknis yang sama. Kelompokkan kedalam satu sub group.
- b. Dalam satu sub group, jangan dimasukkan data dari lot atau sifat yang berbeda. Karena itu umumnya data yang dikelompokkan dalam sub group menurut hari, waktu, lot dan sebagainya. Jumlah data didalam masing-masing sub group dinyatakan sebagai  $n$ , sedangkan jumlah sub group =  $k$ .

- Langkah 3

Tabelkan data yang ada dan rencanakan lembarannya sehingga hasil perhitungan  $\bar{X}$ -R mudah dicatumkan.

Contoh :

Tabel dibawah ini menunjukkan data hasil pengukuran berat perkantong produk produksi PT. "X".

No	X1	X2	X3	X4	X5	$\bar{X}$ rerata	R
1	42,3	42,4	41,6	38,0	38,0	40,5	4,4
2	41,4	39,6	39,6	40,0	42,9	40,7	3,3
3	40,2	40,4	38,4	38,2	38,4	39,1	2,2
4	38,8	42,2	38,9	38,4	40,0	39,7	1,6
5	41,2	40,4	40,4	40,8	40,4	40,6	0,8
6	39,8	38,4	41,6	41,6	41,0	41,5	3,2
7	37,2	37,5	38,7	38,7	39,4	38,3	2,2
8	38,4	43,0	40,0	40,0	40,0	40,3	4,6
9	40,8	40,8	40,0	37,8	37,7	39,4	3,0
10	37,2	38,6	42,4	42,4	41,0	40,3	5,2
11	39,0	42,4	40,4	40,9	40,0	40,4	3,4
12	40	40,0	39,6	39,4	39,4	39,7	0,6
<b>Total</b>						<b>479,5</b>	<b>34,5</b>

<b>Rata-rata</b>	<b>39,9</b>	<b>2,9</b>
------------------	-------------	------------

- Langkah4

Hitung harga rata-rata  $\bar{X}$  yaitu  $\bar{X}$ . Hasil akhir  $\bar{X}$  mempunyai ketelitian 1 tingkat lebih tinggi dari harga  $X$  (jumlah desimal satu lebih banyak).

Perhitungan  $\bar{X}$  dilakukan sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

Jadi harga  $\bar{X}$  untuk data dalam sub group no 1 adalah :

$$\bar{X} = \frac{42,3 + 42,4 + 41,6 + 38,0}{5} = 40,5$$

- Langkah5

Hitung harga range =  $R$  (selisih harga terbesar dan terkecil). Harga  $R$  dihitung sebagai berikut :

$$R = X_{(\text{terbesar})} - X_{(\text{terkecil})}$$

$$\text{Untuk sub group no.1 : } R = 42,4 - 38,0 = 4,4$$

$$\text{no.2 : } R = 42,9 - 39,6 = 3,3$$

- Langkah6

Hitung harga rata-rata total =  $\bar{X}$  yaitu jumlah  $\bar{X}$  dibagi harga (jumlah sub group)

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{k}$$

$$\bar{X} = \frac{50,5 + 40,7 + 39,7 + \dots + 39,7}{12}$$

$$\bar{X} = 39,9$$

- Langkah7

Hitung harga rata-rata range =  $\bar{R}$  yaitu jumlah  $R$  seluruh sub group dibagi dengan  $k$ .

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{k}$$

$$\bar{R} = \frac{4,4 + 3,3 + 2,2 + 1,6 + 0,8 + \dots + 0,6}{12}$$

$$\bar{R} = 2,9$$

- Langkah 8

Hitung batas- batas pengendalian. Pakailah rumus berikut untuk bagan pengendalian  $\bar{X}$  dan R.

**1. Bagan pengendalian  $\bar{X}$  :**

Garis tengah (GT) =  $\bar{X}$

Batas pengendalian atas  $BPA = \bar{X} + A_2 \cdot R$

Batas pengendalian bawah  $BPB = \bar{X} - A_2 \cdot R$

**2. Bagan pengendalian R :**

Garis tengah (GT) =  $\bar{R}$

Batas pengendalian atas  $BPA = \bar{R} + D_4$

Batas pengendalian bawah  $BPB = \bar{R} - D_3$

Koefisien  $A_2$ , dan  $D_3$  yang dipakai dalam rumus tercantum dalam table berikut:

N	$A_2$	$D_3$	$D_4$
2	1,880	-	3,267
3	1,023	-	2,575
4	0,729	-	2,282
5	0,577	-	2,115
6	0,483	-	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,38	0,223	1,777

Maka untuk data pada table diatas diperoleh:

**3. Bagan pengendalian  $\bar{X}$**

GT =  $\bar{X} = 39,9$

BPA =  $\bar{X} + A_2 \cdot R$   
 $= 39,9 + (0,557 \times 2,9)$   
 $= 41,6$

BPB =  $\bar{X} - A_2 \cdot R$   
 $= 39,9 - (0,557 \times 2,9)$   
 $= 38,2$



#### 4. Bagan pengendalian R

$$GT = \bar{R} = 2,9$$

$$\begin{aligned} BPA &= D_4 \cdot \bar{R} \\ &= 2,115 \times 2,9 \\ &= 6,1 \end{aligned}$$

$$BPB = D_3 \cdot \bar{R} \text{ (tidak perlu dilanjutkan bila lebih kecil atau sama dengan 6)}$$

- Langkah 9

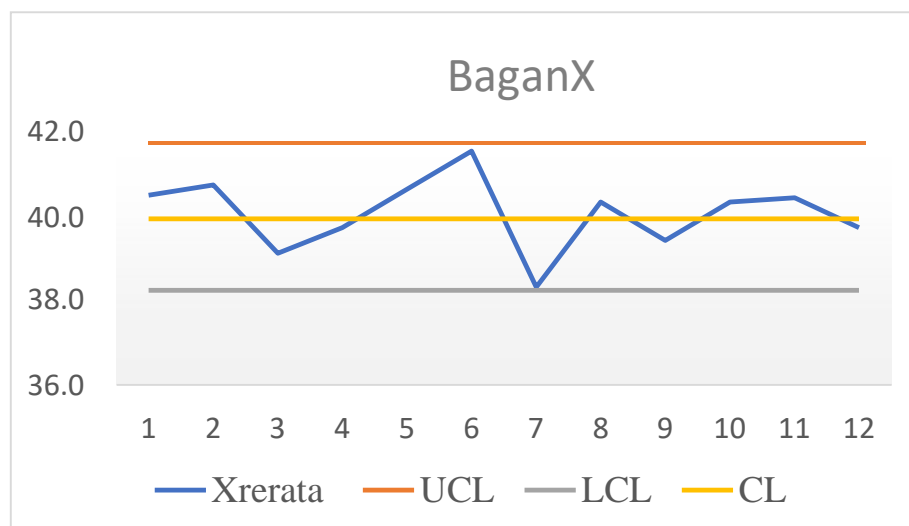
Gambarkan rangka bagan pengendalian, pakailah kertas grafik dan tentukan skalanya. Garis tengah digambar dengan garis lurus yang tegas, garis batas pengendalian atas dan bawah digambar dengan garis yang patah-patah, sedangkan garis pengendalian digambar dengan garis patah.

- Langkah 10

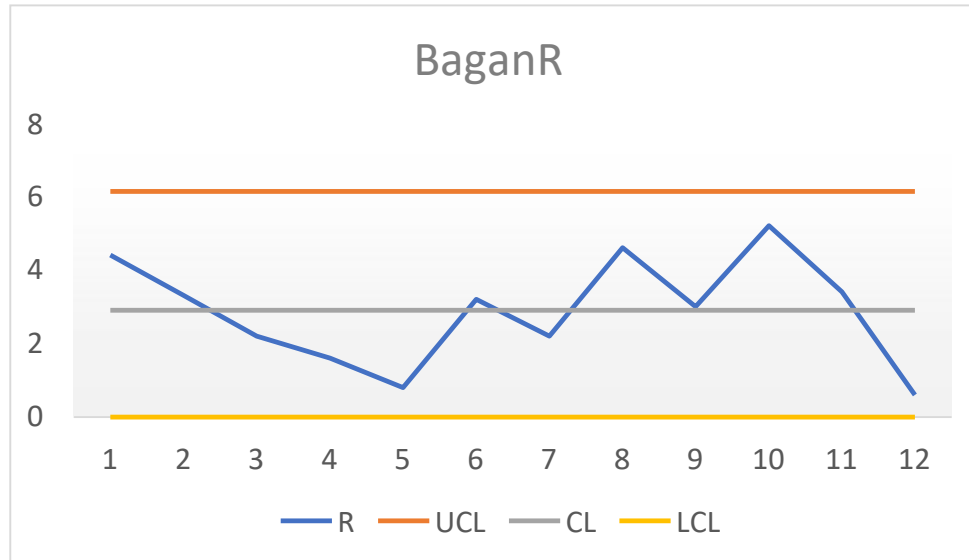
Gambarkan titik-titik  $\bar{X}$  dan  $R$  yang sudah dihitung untuk masing-masing sub group rangka bagan pengendalian. Untuk meletakkan titik-titik  $\bar{X}$  pakailah tanda titik (.) sedangkan untuk  $R$  pakailah tanda silang (x).

- Langkah 11

Tuliskan keterangan-keterangan yang perlu disebelah kiri dan masing-masing bagan tuliskan  $\bar{X}$  dan  $R$  sedang harga di kiri atas.



Cantumkan juga karakteristik dan Riwayat pengumpulan data.



## 5. Bagan I-MR

- Menghitung *movingrange*, rata-rata nilai individu, dan rata-rata *movingrange*.
- Menghitung garis pusat, ucl, dan lcl untukbagan x

$$\text{Garis pusat (cl)} = \bar{X}$$

$$\text{UCL} = \bar{X} + 3 \frac{\overline{MR}}{D_2}$$

$$\text{Lcl} = \bar{X} - 3 \frac{\overline{MR}}{D_2}$$

Untuk bagan mr

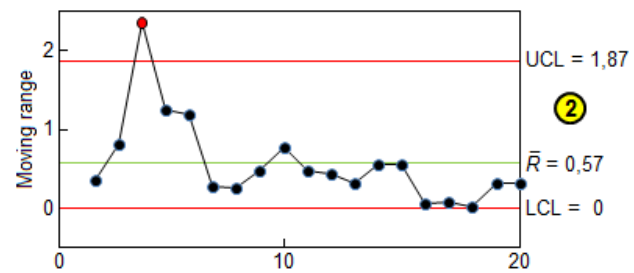
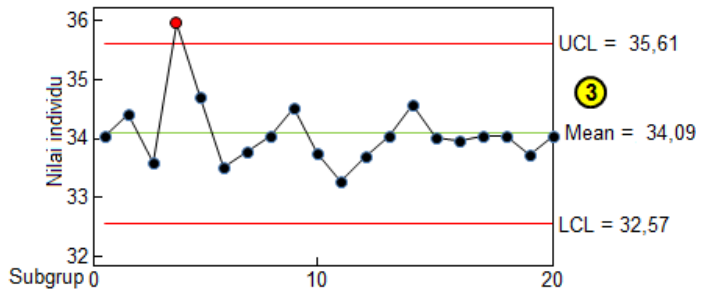
$$\text{Garis pusat (cl)} = \overline{MR}$$

$$\text{UCL} = D_4 \cdot \overline{MR}$$

$$\text{LCL} = D_3 \cdot \overline{MR}$$

Data $D_3$ & $D_4$ dilampirkan

Batch	Viskositas	Moving Range
	x	MR
1	34,05	
2	34,40	0,35
3	33,59	0,81
4	35,96	2,37
5	34,70	1,26
6	33,51	1,19
7	33,79	0,28
8	34,04	0,25
9	34,52	0,48
10	33,75	0,77
11	33,27	0,48
12	33,71	0,44
13	34,03	0,32
14	34,58	0,55
15	34,02	0,56
16	33,97	0,05
17	34,05	0,08
18	34,04	0,01
19	33,73	0,31
20	34,05	0,32
$\bar{x} = 34,09$		$\bar{MR} = 0,57$



$$\begin{aligned}\bar{MR} &= \sum_{i=2}^{19} \frac{MR_i}{m-1} \\ &= \sum_{i=2}^{19} \frac{MR_i}{19} \\ &= \frac{(0,35 + 0,81 + \dots + 0,32)}{19} \\ &= 0,57\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Garis pusat} &= \bar{R} \\ &= \bar{MR} \\ &= 0,57 \\ UCL_r &= D_4 \bar{MR} \\ &= 3,267(0,57) \\ &= 1,87 \\ LCL_r &= D_3 \bar{MR} \\ &= (0)(0,57) \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \sum_{i=1}^m \frac{x_i}{m} \\ &= \sum_{i=1}^{20} \frac{x_i}{20} \\ &= \frac{(34,05 + 34,40 + \dots + 34,05)}{20} \\ &= 34,09\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Garis pusat} &= \bar{x} \\ &= 34,09 \\ UCL &= \bar{x} + 3 \frac{\bar{MR}}{d_2} \\ &= 34,09 + 3 \frac{0,57}{1,128} \\ &= 35,61 \\ LCL &= \bar{x} - 3 \frac{\bar{MR}}{d_2} \\ &= 34,09 - 3 \frac{0,57}{1,128} \\ &= 32,57\end{aligned}$$

6. **Bagan X bar – S**

- Menghitung rata-rata nilai individu, dan rata-rata *standar deviasi*.
- Menghitung garis pusat, ucl, dan lcl untuk bagan x

Garis pusat (cl) =  $\bar{X}$

$$UCL = \bar{X} + A_3 \cdot \bar{S}$$

$$LCL = \bar{X} - A_3 \cdot \bar{S}$$

untuk bagan s

Garis pusat (cl) =  $\bar{S}$

$$UCL = B_4 \cdot \bar{S}$$

$$LCL = B_3 \cdot \bar{S}$$

Rata-rata dan standar deviasi berat material dalam ons

Sampel	$\bar{x}$	$s$
1	1,001	0,014
2	1,000	0,010
3	1,021	0,008
4	1,005	0,010
5	1,010	0,005
6	1,001	0,016
7	1,004	0,007
$\bar{\bar{x}} = 1,006$		$\bar{s} = 0,010$

Sumber: Sower, 2010, pp. 242–243 (dimodifikasi)

Rata-rata dari rata-rata sampel adalah

$$\bar{\bar{x}} = \sum_{i=1}^m \frac{\bar{x}_i}{m} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_7}{7} = 1,006$$

dan rata-rata dari standar deviasi sampel-sampel adalah

$$\bar{s} = \sum_{i=1}^m \frac{s_i}{m} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_7}{7} = 0,010$$

Dengan  $n = 20$ , batas kendali untuk xbar dan s-chart adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{\bar{x}} + A_3 \bar{s} \\ &= 1,006 + 0,680(0,010) \\ &= 1,0128 \end{aligned}$$

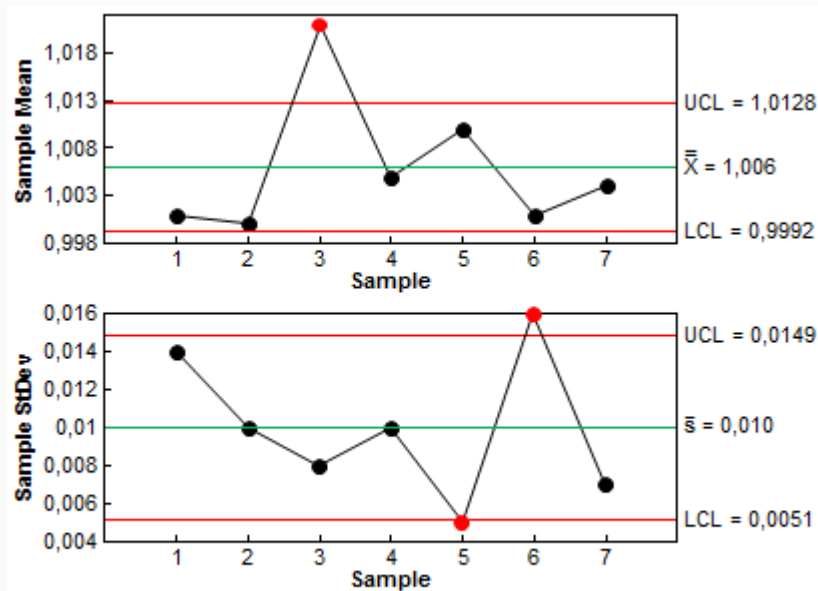
Data  $A_3, B_3, B_4$  dilampirkan

$$\begin{aligned}
 LCL &= \bar{\bar{x}} - A_3 \bar{s} \\
 &= 1,006 - 0,680(0,010) \\
 &= 0,9992
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 UCL_s &= B_4 \bar{s} \\
 &= 1,490(0,010) \\
 &= 0,0149
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 LCL_s &= B_3 \bar{s} \\
 &= 0,510(0,010) \\
 &= 0,0051
 \end{aligned}$$

Gambar 4 di bawah ini menunjukkan Xbar dan S-chart yang di-plot-kan dari tujuh nilai rata-rata dan standar deviasi sampel-sampel di atas.



Gambar 4. Xbar dan S-chart untuk Sampel Berat Material dalam Satuan Ons

## 7. Bagan p

- Langkah1

Kumpulkan data ambillah data sebanyak mungkin data kemampu anda yang menggambarkan jumlah yang diperiksa (n) dan jumlah produk cacat (pn). Anda akan membutuhkan paling tidak 20 pasangan.

- Langkah2

Bagilah data kedalam subgroup. Biasanya data dikelompokkan berdasarkan tanggal atau lot. Ukuran sub group (n) harus lebih dari 50 dan nilai rata-rata cacat untuk setiap subgroup harus berkisar antara 3 sampai 4.

- Langkah3

Hitung bagian cacat untuk setiap subgroup dan masukkan kedalam lembaran data. Gunakan lembaran data yang sama. Untuk mencari bagian cacat, gunakan rumus berikut :

$$P = \frac{\text{Jumlah cacat}}{\text{Ukuran subgroup}} = \frac{pn}{n}$$

(jumlah yang diperiksa dalam sub group)

Subgroup o.	Ukuran subgroupN	Jumlah cacat Pn	Persen cacatP(%)	UCL( %)	LCL(%)
1	115	15	13,3	18,8	1,8
2	220	18	8,2	16,5	4,1
3	210	23	10,9	16,6	4,0
4	220	22	10,0	16,5	4,1
5	220	18	8,2	16,5	4,1
6	255	15	5,8	16,0	4,6
7	440	44	10,0	14,6	6,0
8	365	47	12,9	15,1	5,5
9	255	13	5,1	16,0	4,6
10	300	33	11,0	15,6	5,0
11	280	42	14,6	15,8	4,8
12	330	46	13,6	15,3	5,3

13	320	38	11,9	16,5	4,1
14	225	29	12,9	16,4	4,2
15	290	26	8,9	15,7	4,9
16	170	17	10,0	17,3	3,3
17	65	5	7,7	21,6	0
18	100	7	7,0	19,4	1,2
19	135	14	10,4	18,2	2,4
20	280	36	12,8	15,8	4,8
21	250	25	10,0	16,1	4,5
22	220	24	10,9	16,5	4,1
23	220	20	9,1	16,5	4,1
24	220	15	6,8	16,5	4,1
25	220	18	8,2	16,5	4,1
<b>Total</b>	<b>5925</b>	<b>610</b>			

• La  
ngkah4  
Carilah rata-  
rata bagian ca  
cat.

$$P = \frac{\text{Cacat total}}{\text{yang diperiksa}} = \frac{\sum pn}{\sum n}$$

$$\bar{P} = \frac{\sum pn}{\sum n} = \frac{610}{5925} = 0,103 \text{ (10,3\%)}$$

Langkah5  
Hitung batas  
kendali.  
Garis pusat :  
p = 10,3 (%)  
Garis kendali

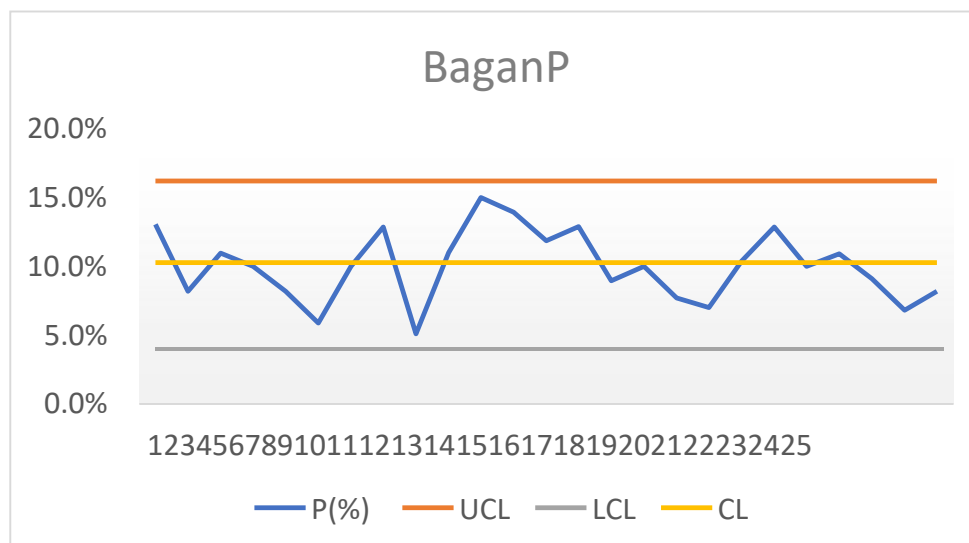
atas

$$UCL = p + \frac{3}{\sqrt{n}} \sqrt{p(1-p)}$$

$$= 0,103 + \frac{3}{\sqrt{n}} \times 0,304$$

Langkah6

Gambarkan garis kendali dan gambar kanp, peta kendali didasarkan pada tabel.





## 8. Bagan pn

SubgroupNo.	Ukuran subgroupN	Jumlah cacatPn	Ukuransubgr oup No.	Ukurans ubgroup n	Jumlahc acat pn
1	100	1	16	“	5
2	“	6	17	“	4
3	“	5	18	“	1
4	“	5	19	“	6
5	“	4	20	“	15
6	“	3	21	“	12
7	“	2	22	“	6
8	“	2	23	“	3
9	“	4	24	“	4
10	“	6	25	“	3
11	“	2	26	“	3
12	“	1	27	“	2
13	“	3	28	“	5
14	“	1	29	“	7
15	“	4	30	“	4
			<b>Total</b>	<b>3000</b>	<b>129</b>
			<b>Rata-rata</b>	<b>100</b>	<b>4,3</b>

$$P = 129/3000 = 0,043$$

$$\text{Garis pusat :CL} = 129/30 = 4,30$$

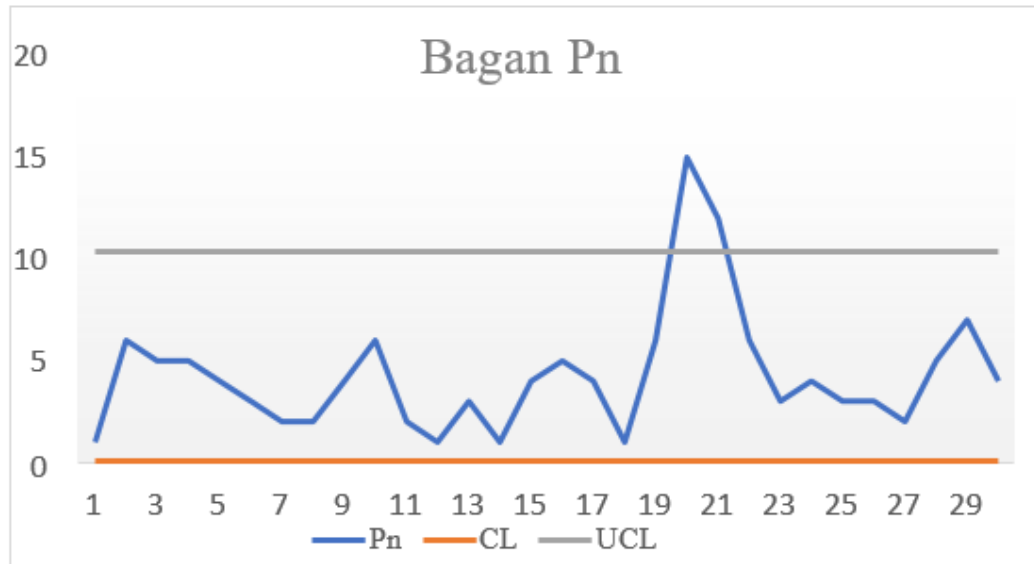
Gariskendali atas

$$\begin{aligned}
 UCL &= pn + \sqrt{pn(1-p)} \\
 &= 4,30 + (6,22)(0,98) = 4,30 + 6,09 = 10,39
 \end{aligned}$$

Garis kendali bawah

$$LCL = pn + \sqrt{pn(1-p)}$$

$$= 4,30 - 6,09 \text{ (tidak dipertimbangkan)}$$



## 9. Bagan u

### • Langkah1

Kumpulkan data. Kumpulkan data sebanyak mungkin yang anda dapat menceritakan kepada anda jumlah unit  $n$  dan jumlah cacat  $c$ . sebagai contoh, marilah kita menganggap terdapat pelat tembaga electroplating  $5m^2$  dengan delapan lubang pin di dalamnya. Satu unit menjadi  $1 m^2$  sehingga  $n=5$ , dan  $c=8$ .

### • Langkah2

Kelompokkan data. Kerjakan ini berdasarkan lot, produk atau sampel dan seterusnya. Tetapkan ukuran subgroup sehingga  $u$  akan lebih besar dari 2 atau 3.

Sub Group No.	Ukuran subgroup $u$	Jumlah lubang $ng$ $P_{enc}$	Jumlah lubang $ng$ $P_{per}$ unitu	$1/\sqrt{n}$	UCL	LCL
1	1,0	4	4,0	1	8,10	-
2	1,0	5	5,0	1	8,10	-
3	1,0	3	3,0	1	8,10	-
4	1,0	3	3,0	1	8,10	-

5	1,0	5	5,0	1	8,10	-
6	1,3	2	1,5	0,877	7,07	-
7	1,3	5	3,8	0,877	7,07	-
8	1,3	3	2,3	0,877	7,07	-
9	1,3	2	1,5	0,877	7,07	-
10	1,3	1	0,8	0,877	7,07	-
11	1,3	5	3,8	0,877	7,07	-
12	1,3	2	1,5	0,877	7,07	-
13	1,3	4	3,1	0,872	7,07	-
14	1,3	2	1,5	0,877	7,07	-
15	1,2	6	5,0	0,913	7,65	-
16	1,2	4	3,3	0,913	7,65	-
17	1,2	0	0	0,913	7,65	-
18	1,7	8	4,7	0,767	6,90	-
19	1,7	3	1,8	0,767	6,90	-
20	1,7	8	4,7	0,767	6,90	-

TotalΣn=25,4

Σc=75

- Langkah3

Carilah jumlah cacat per unit untuk setiap sub group dan kemudian hitung.

Carilah dengan rumus berikut:

$$u = \frac{\text{jumlah cacat per subgroup (c)}}{\text{jumlah unit per subgroup (n)}} = \frac{c}{n}$$

carilah u total dengan rumus berikut :

$$u = \frac{\text{jumlah total untuk semua subgroup}}{\text{unit total untuk semua subgroup}} = \frac{\Sigma c}{\Sigma n}$$

- Langkah4

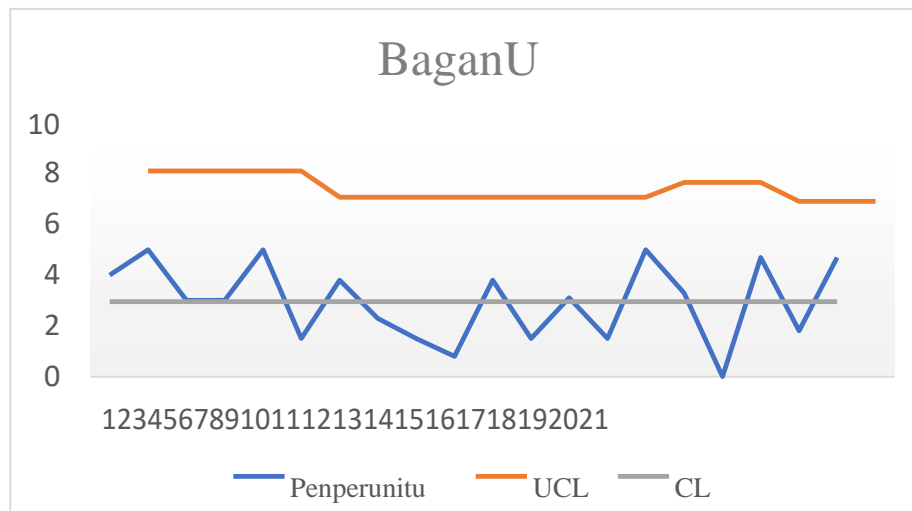
Hitunglah batas kendali.

Garis pusat :  $CL = u = 2,95$

$$\begin{aligned} \text{Batas kendali atas : } UCL &= u + 3 \sqrt{\frac{u}{n}} = u + 3 \sqrt{u}/\sqrt{n} \\ &= 2,95 + 5,15/\sqrt{n} \end{aligned}$$

- Langkah 5

Gambar dalam garis kendalidan gambarlah u, sebuah peta dibuat dengan dasar data dalam tabel akan muncul seperti gambar dibawah ini.



## 10. Bagan c

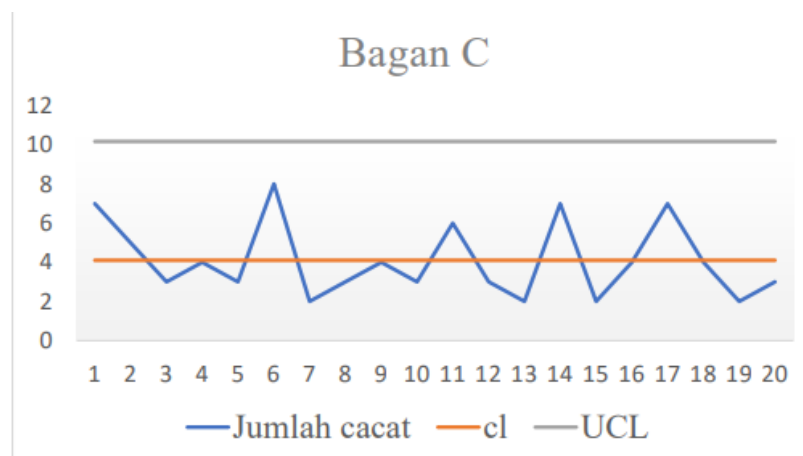
Tabel dibawah ini menunjukkan data pada peta jumlah cacat dalam bahan tenunan untuk sampel ditentukan pada 1 m supaya peta c dapat dimuat. Rumus berikut digunakan untuk menghitung batas kendali.

$$\text{Garis pusat : CL} = c = 82/80 = 4,1$$

$$\begin{aligned}\text{Batas kendali atas : UCL} &= c + 3\sqrt{c} \\ &= 4,1 + 3\sqrt{4,1} \\ &= 10,17\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Batas kendali bawah LCL} &= c - 3\sqrt{c} \\ &= 4,1 - 6,07 \\ &= -1,97 \text{ (tidak diperhatikan karena nilai negatif)}\end{aligned}$$

SampelNo	Jumlahcacat	SampelNo	Jumlahcacat
1	7	11	6
2	5	12	3
3	3	13	2
4	4	14	7
5	3	15	2
6	8	16	4
7	2	17	7
8	3	18	4
9	4	19	2
10	3	20	3
<b>Total</b>			<b>82</b>



## 2.8. Contoh Kasus

### Kasus 1: (Pengendalian)

Kasus ini digunakan untuk mengetahui bagian cacat pada produksi Kain

Cacat setiap meter persegi bahan tekstil Sampel no	Jumlah Cacat
1	8
2	7
3	3
4	2
5	4
6	5
7	9
8	10
9	17
10	9
11	6
12	4
13	3
14	6
15	7
16	10
17	5
18	5
19	7
20	7
<b>Total</b>	<b>134</b>

Penyelesaian:

- Menentukan garis tengah (c)

$$c = \frac{\text{jumlah cacat}}{\text{jumlah sampel}}$$

$$= \frac{134}{20}$$

$$= 6,7$$

- Menentukan batas pengendali atas

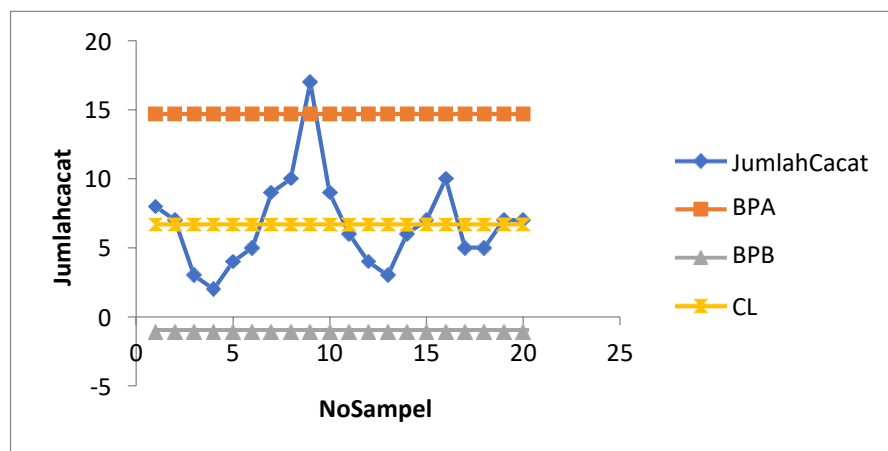
$$BPA = c + 3 \cdot \sqrt{c}$$

$$BPA = 6,7 + 3 \cdot \sqrt{6,7} = 14,47$$

- Menentukan batas pengendali bawah

$$BPA = c - 3 \cdot \sqrt{c}$$

$$BPA = 6,7 - 3 \cdot \sqrt{6,7} = -1,07$$



Pada grafik pengendali terlihat bahwa sampel no.9 tidak memenuhi spesifikasi sehingga kita harus melakukan pengendaliannya.

**Kasus2:(Pengendaliu)**

RIM ingin membuat grafik pengendalian untuk ketidak sesuaian produk samsung perunit pada jalur peralatan terakhir.

Sebagaimana sampel diambil 7 samsung data tidak kesesuaian dalam sampel, masing-masing dengan 7samsung seperti terlihat pada tabel :

NomorSampel	UkuranSampel	Banyakketidaksesuaian
1	7	12
2	7	8
3	7	9
4	7	6
5	7	7
6	7	10
7	7	8
8	7	9
9	7	12
10	7	16
11	7	10
12	7	11
13	7	20
14	7	13
15	7	19
16	7	18
17	7	18
18	7	17
19	7	10
20	7	14



Penyelesaian:

NomorSampel	UkuranSampel	Banyakketidaksesuaian	BanyakKetidaksesuaian rata-rata
1	7	12	0,6
2	7	8	0,4
3	7	9	0,45
4	7	6	0,3
5	7	7	0,35
6	7	10	0,5
7	7	8	0,4
8	7	9	0,45
9	7	12	0,6
10	7	16	0,8
11	7	10	0,5
12	7	11	0,55
13	7	20	1
14	7	13	0,65
15	7	19	0,95
16	7	18	0,9
17	7	18	0,9
18	7	17	0,85
19	7	10	0,5
20	7	14	0,7
		<b>Total</b>	<b>12,35</b>

$$U = \frac{12,35}{20} = 0,62$$

20

- Menentukan garis tengah (c)

$$U = \frac{\text{jumlah ketidaksesuaian}}{\text{jumlah sampel}}$$

$$U = \frac{12,35}{20} = 0,62$$

- Menentukan batas pengendalian atas

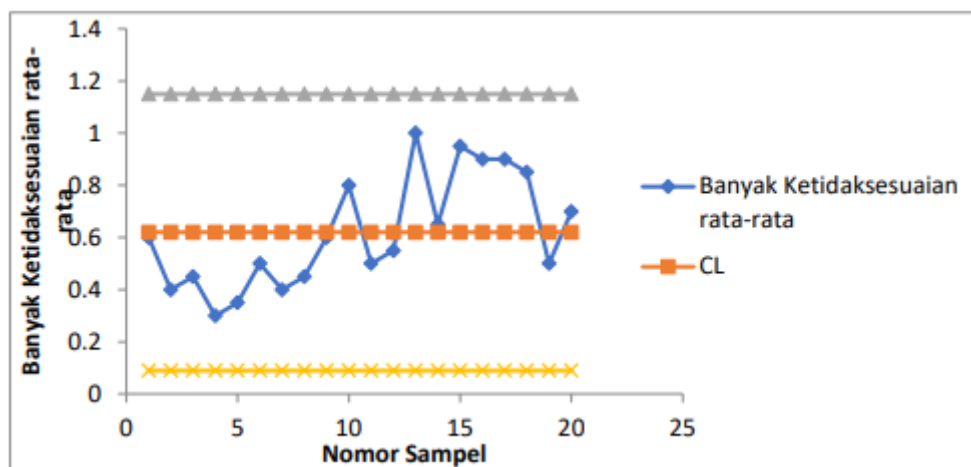
$$BPA = u + 3 \cdot \sqrt{\frac{u}{n}}$$

$$BPA = 0,62 + 3 \cdot \sqrt{\frac{0,62}{20}} = 1,15$$

- Menentukan batas pengendalian bawah

$$BPA = u - 3 \cdot \sqrt{\frac{u}{n}}$$

$$BPA = 0,62 - 3 \cdot \sqrt{\frac{0,62}{20}} = 0,09$$



Grafik di atas menunjukkan proses berjalan normal

### Kasus3: (Pengendali X-r)

Tabel dibawah ini menunjukkan data hasil pengukuran berat per karung beras. Pengukuran dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 5 karung beras darimasing– masing tempat pada bulan juni 2022, selama 12 hari

Tabel berat beras(kg)

No.	X1	X2	X3	X4	X5
1.	40	39	38,6	37	40,8
2.	39	39,6	39,6	40	38,6
3.	38,4	37,8	40,4	38,2	42,4
4.	38,9	41.0	42,2	38,4	40
5.	40,4	40	40,4	40,8	40,4
6.	41,6	39,4	38,4	41,6	41
7.	37,2	37,5	38,7	38,7	39,4
8.	38,4	38,4	40	40	40
9.	40,8	40,8	40	37,8	37,8
10.	37,2	37,2	42,4	42,4	41.0
11.	39	39	40,4	40	40
12.	38,9	41.0	42,2	38,4	39,4

Penyelesaian:

- Perhitungan X dilakukan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + ..... + X_n}{n}$$

Jadi harga x untuk data sub grup no: 1 adalah:

$$\bar{X} = \frac{40 + 39 + 38,6 + 40,8}{5} = 39,08$$

- Hitung harga range = R (selisih harga terbesar dan terkecil)

Harga R dihitung sebagaiberikut:

$$R = X_{(\text{terbesar})} - X_{(\text{terkecil})}$$

$$\text{Untuk sub grup no.1 : } R = 40,8 - 37 = 3,8$$

Dengan cara yang sama lakukan perhitungan pada data selanjutnya:

No.	X1	X2	X3	X4	X5	x	r
1.	40	39	38,6	37	40,8	39,08	3,8
2.	39	39,6	39,6	40	38,6	39,36	1,4
3.	38,4	37,8	40,4	38,2	42,4	39,44	4,6
4.	38,9	41,0	42,2	38,4	40	39,875	3,8
5.	40,4	40	40,4	40,8	40,4	40,4	0,8
6.	41,6	39,4	38,4	41,6	41	40,4	3,2
7.	37,2	37,5	38,7	38,7	39,4	38,3	2,2
8.	38,4	38,4	40	40	40	39,36	1,6
9.	40,8	40,8	40	37,8	37,8	39,44	3
10.	37,2	37,2	42,4	42,4	41,0	39,8	5,2
11.	39	39	40,4	40	40	39,68	1,4
12.	38,9	41,0	42,2	38,4	39,4	39,725	3,8
					Rata- Rata	39,57	2,9

- Menghitung batas-batas pengendalian

Pakailah rumus berikut untuk bagian X dan R

Koefisien  $A_2$ ,  $D_4$  dan  $D_3$  yang dipakai dalam rumusan tercantum dalam table berikut:

N	$A_2$	$D_3$	$D_4$
2	1,880	-	3,267
3	1,023	-	2,575
4	0,729	-	2,282
<b>5</b>	<b>0,577</b>	-	<b>2,115</b>
6	0,483	-0,076	2,004
7	0,419	0,136	1,924
8	0,373	0,184	1,864
9	0,337	0,223	1,816
10	0,38		1,777

Bagan pengendalian  $\bar{X}$

- Garis Tengah (GT) =  $\bar{\bar{X}}$
- Batas pengendalian atas BPA =  $\bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R}$
- Batas pengendalian bawah BPB =  $\bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R}$

Bagan pengendali R:

- Garis Tengah (GT) =  $\bar{R}$
- Batas pengendalian atas BPA =  $D_4 \cdot \bar{R}$
- Batas pengendalian bawah BPB =  $D_3 \cdot \bar{R}$

Maka untuk data pada tabel diatas, diperoleh :

- Bagan pengendalian  $\bar{X}$

$$GT = \bar{\bar{X}} = 39,57$$

$$\begin{aligned} BPA &= \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R} \\ &= 39,57 + (0,577 \times 2,9) \\ &= 39,57 + 1,7 \\ &= 41,27 \end{aligned}$$

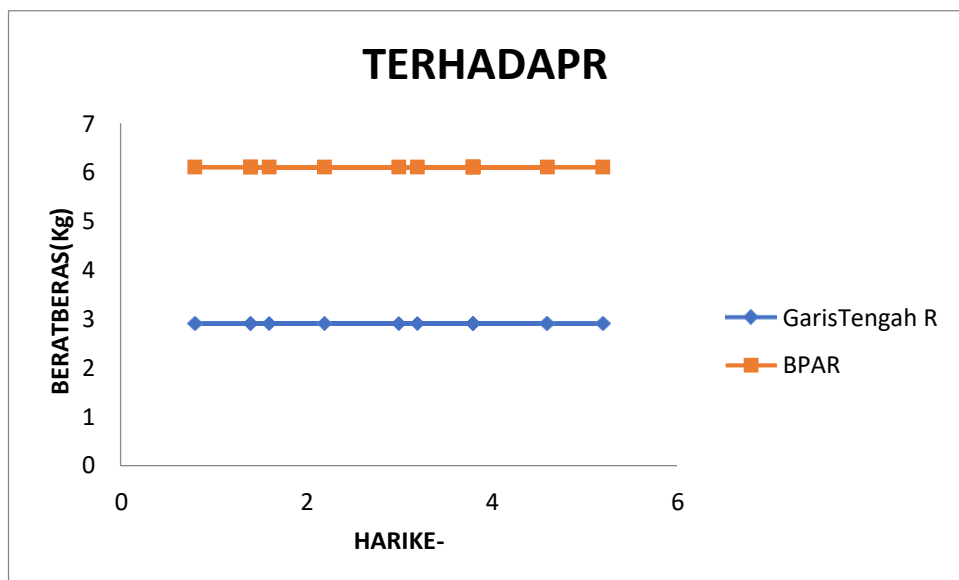
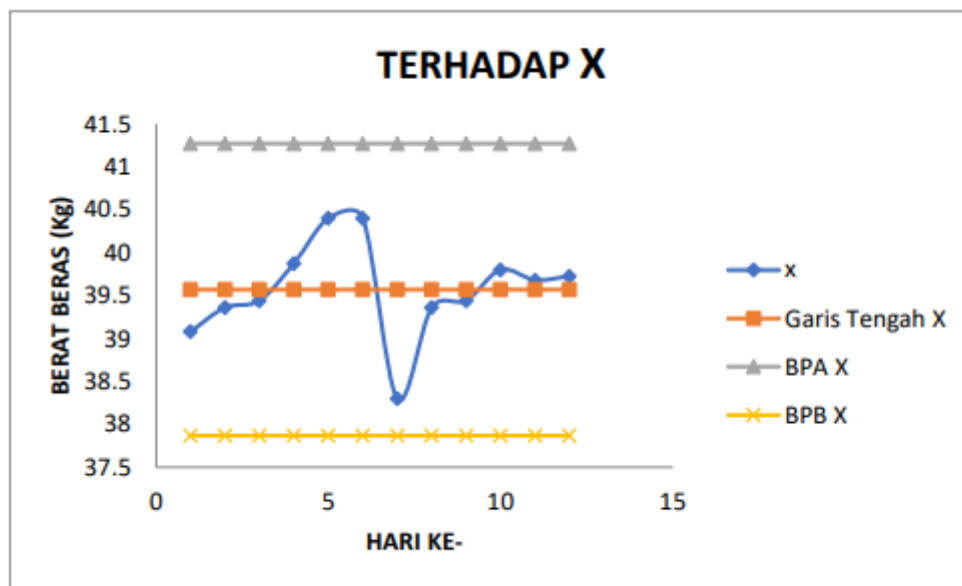
$$\begin{aligned} BPB &= \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R} \\ &= 39,57 - (0,577 \times 2,9) \\ &= 37,87 \end{aligned}$$

- Bagan pengendali R

$$GT = \bar{R} = 2,9$$

$$\begin{aligned} BPA &= D_4 \cdot \bar{R} \\ &= 2,115 \times 2,9 \\ &= 6,1 \end{aligned}$$

$$BPB = D_3 \cdot \bar{R} \text{ ( tidak perlu dilanjutkan bila a lebih kecil atau sama dengan 6 )}$$



Dari Grafik Diatas Kendali Masih Normal

**Kasus4 (Pengendali np)**

Data pemeriksaan hasil proses pelapisan isolasi dapat dilihat pada table berikut :

Subgrup	UkuranSubgrup	Jumlahcacat	Subgrup	UkuranSubgrup	Jumlahcacat
No.	n	pn	No.	n	pn
1	100	1	16	100	12
2	100	6	17	100	7
3	100	5	18	100	5
4	100	5	19	100	8
5	100	4	20	100	9
6	100	3	21	100	10
7	100	2	22	100	3
8	100	2	23	100	2
9	100	4	24	100	6
10	100	6	25	100	5
11	100	2	26	100	4
12	100	1	27	100	7
13	100	3	28	100	7
14	100	1	29	100	7
15	100	4	30	100	2

Penyelesaian:

$$\bar{p} = \frac{143}{3000} = 0,048$$

$$\bar{p}n = \frac{143}{30} + 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$$

$$= 4,77 + 3\sqrt{0,048 \cdot 30(1-0,048)}$$

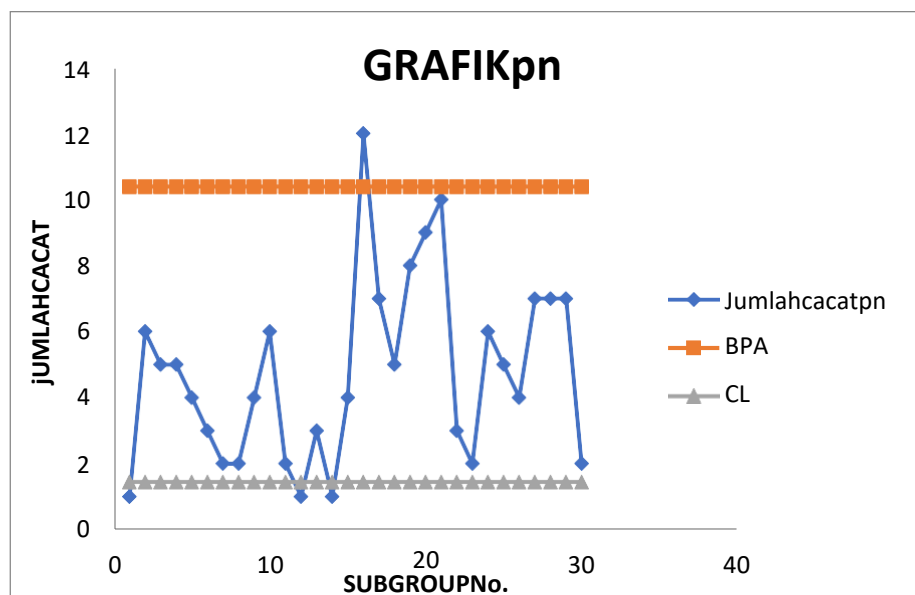
$$= 8,28$$

$$\text{Garis tengah CL} = 1,44$$

$$\text{BPB} = \bar{p}n - 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$$

$$= 1,44 - 3\sqrt{1,44(1-0,048)}$$

$$= 1,44 - 3,51 \text{ (tidak ada BPB)}$$



Dari grafik pn diatas sub group no.16 yang perlu ditinjau ulang



## **BAB III**

### **PENUTUP**

#### **3.1 Kesimpulan**

Peta kendali atau *ControlChart* merupakan suatu Teknik yang dikenal sebagai metode grafik yang digunakan untuk mengevaluasi apakah suatu proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistic atau tidak sehingga dapat memecahkan masalah dan menghasilkan perbaikan kualitas.

Metode ini dapat membantu perusahaan dalam mengontrol proses produksinya dengan memberikan informasi dalam bentuk grafik. Tujuan dari perancangan program aplikasi *contol chart* ini adalah untuk melihat sejauh mana tingkat keberhasilan suatu proses produksi sehingga bisa dijadikan pedoman dalam mengarahkan perusahaan ke arah pemenuhan spesifikasi konsumen.

*Control chart* akan membantu process owner keluar dari kebiasaan buruk,yaitu hanya mengambil tindakan berdasarkan data-data terbaru saja. Jika hanya melihat data-data terbaru, info yang didapatkan tidak akan cukup lengkap untuk menghasilkan keputusan yang baik. *Control chart* ini juga akan memberitahu, kapan untuk melakukan investigasi lanjutan atas sebuah penyimpangan, dan kapan bisa membiarkannya saja. Singkatnya, *control chart* akan membantu untuk lebih produktif dan menghindari waktu dan energi terbuang untuk hal-hal yang tidak perlu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Pawar, Avinash, Mia Kusmiati dan Andre Suryaningprang. 2020. Manajemen Operasi dan Produksi. Garut: CV Aksara Global Akademia.
- Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- <http://aktivismenginspirasi.blogspot.co.id/2015/05/makalah-control-chart-peta-kendali.html> (Diakses tanggal 12 Juni 2022).
- <http://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-control-chart-peta-kendali-dan-tahapan-membuatnya/> (Diakses tanggal 12 Juni 2022).
- [http://repository.upi.edu/1365/4/s\\_d5051\\_0611189\\_chapter3.pdf](http://repository.upi.edu/1365/4/s_d5051_0611189_chapter3.pdf). (Diakses tanggal 12 Juni 2022).
- <https://suwandihan.wordpress.com/2012/05/11/jaminan-mutu-dalam-industri-pangan/> (Diakses tanggal 12 Juni 2022).
- M. Amin, Jaksen, Dkk. 2015. *Modul Pengendalian Mutu Produksi*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Montgomery, D.C. 2005. *Introduction To Statistical Quality Control*. 5<sup>th</sup> Ed.
- Amin, M., Amanullah, M., & Akbar, A. (2018). Monitoring yarn count quality using  $\bar{X}$ -R and  $\bar{X}$ -S control charts. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: A. Physical and Computational Sciences*, 55(1), 97–107. <http://www.paspk.org/index.php/PPAS-A/article/view/197>
- Pajić, V., Andrejić, M., & Kilbarda, M. (2018). *Monitoring and improving order preparation time using control chart*. *International Journal Advanced Quality*, 46(1), 31-36. <http://dx.doi.org/10.25137/IJAQ.n1.v46.y2018.p31-36>
- Batarfie M.U.A. 2006. Pengendalian Mutu pada proses produksi air minum dalam kemasan (Amdk) pada PT sinar Bogor Aqua. *Jurnal Ekonomi*. (online) [.\(http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/10450?show=full](http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/10450?show=full) ,diakses 15 Juni 2022)
- Deitiana, Tita. 2011. *Manajemen Operasional Strategi dan Analisa (Services dan Manufaktur)*. Jakarta: Mitra Wacana Kencana.