

Sebagai suatu informasi atau pertimbangan yang dapat dipergunakan oleh UD. MAPAN JAYA dalam menyusun rencana perbaikan dan peningkatan kualitas untuk mengurangi cacat pada produk.

2. Bagi Ilmuan dan Akademisi

Sebagai sarana untuk mengembangkan dan mengaplikasikan ilmu-ilmu Teknik Industri yang telah dipelajari selama ini kedalam pengendalian kualitas khususnya di sektor produksi.

3. Bagi Pembaca

Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan pedoman ataupun pengetahuan. Dan diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan pengetahuan dan bacaan dalam perkuliahan serta referensi untuk penelitian berikutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas

Secara definitif yang dimaksudkan dengan kualitas suatu produk atau jasa adalah tingkatan dimana produk atau jasa tersebut mampu memuaskan keinginan dari konsumen (Wignjosoebroto, 2006:251).

Pengertian kualitas menurut pendapat Montgomery (1993:2), kualitas kecocokan adalah seberapa baik produk itu sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang disyaratkan oleh rancangan itu.

Feigenbaum dalam Ariani (2004:3) menyatakan bahwa kualitas merupakan keseluruhan produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture* dan *maintenance*. Dimana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan.

Sedangkan menurut Scherkenbach dalam Ariani (2004:3) kualitas ditentukan oleh pelanggan, pelanggan menginginkan produk dan jasa yang sesuai dengan kebutuhan dan harapannya pada suatu tingkat harga tertentu yang menunjukkan nilai produk tersebut.

Montgomery (1993:3) menuliskan bahwa tiap produk mempunyai sejumlah unsur yang bersama-sama menggambarkan kecocokan penggunaannya. Parameter-parameter ini biasanya dinamakan ciri-ciri kualitas. Ada beberapa ciri-ciri kualitas sebagai berikut :

1. Fisik : panjang, berat, bentuk dan voltase.
2. Indera : rasa, penampilan dan warna.
3. Orientasi waktu : keandalan (dapat dipercaya), dapat dipelihara, dapat dirawat.

Delapan dimensi kualitas yang dikembangkan oleh Gasperz dalam Rozaki (2015) dan dapat digunakan sebagai kerangka berpikir untuk perencanaan strategi dan analisis. Dimensi-dimensi tersebut antara lain :

1. Kinerja (*performance*), yaitu karakteristik operasi pokok dari sebuah produk.
2. Ciri-ciri atau keistimewaan tambahan (*features*) yaitu karakteristik sekunder atau pelengkap yang menjadi pembeda dengan produk yang sejenis.
3. Keandalan (*reability*), yaitu kemungkinan yang sangat kecil akan terjadinya kecacatan.
4. Kesesuaian dari spesifikasi (*conformance to spesification*), yaitu sejauh mana karakteristik desain dan cara pengoperasiannya memenuhi standard yang telah ditetapkan sebelumnya.

5. Daya tahan (*durability*), yaitu berkaitan dengan usia pakai suatu produk.
6. *Serviceability* meliputi kecepatan, kompensasi, kenyamanan dan penanganan keluhan yang memuaskan.
7. Estetika yaitu daya tarik suatu produk terhadap panca indra manusia.
8. Kualitas yang dipresepsikan (*perceived quality*) yaitu citra dan reputasi produk serta tanggung jawab perusahaan terhadapnya.

Russel dalam Rozaki (2015) menyatakan bahwa kualitas memiliki beberapa peranan penting bagi organisasi perusahaan dalam konteks persaingan yaitu :

1. Meningkatkan reputasi perusahaan
2. Menurunkan biaya
3. Meningkatkan pangsa pasar
4. Pertanggungjawaban sebuah produk
5. Dampaknya akan berskala internasional
6. Penampilan produk atau layanan yang istimewa
7. Mewujudkan kualitas yang dinilai penting

2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas menurut Montgomery (1993:3) adalah aktivitas keteknikan dan manajemen dimana aktivitas tersebut diukur dari ciri-ciri kualitas produk, membandingkan dengan spesifikasi atau persyaratan dan mengambil tindakan perbaikan yang sesuai dengan perbedaan antara penampilan nyata dengan standar yang ditentukan.

Sedangkan menurut Assauri dalam Darsono (2013), pengendalian dan pengawasan adalah kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan yang direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan dapat tercapai. Adapun pengendalian kualitas adalah usaha untuk mempertahankan mutu atau kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk.

2.2.1 Manfaat Pengendalian Kualitas

Manfaat pengendalian kualitas statistik bagi organisasi menurut Ariani (2004), antara lain :

- a. Tersedianya informasi bagi karyawan apabila akan memperbaiki proses.
- b. Membantu karyawan memisahkan sebab umum dan sebab khusus terjadinya kesalahan.
- c. Tersedianya bahasa umum dalam kinerja proses untuk berbagai pihak.
- d. Menghilangkan penyimpangan karena sebab khusus untuk mencapai konsistensi dan kinerja yang lebih baik.
- e. Pengertian yang lebih baik mengenai proses.
- f. Pengurangan biaya pembuangan produk cacat pengerjaan ulang terhadap produk cacat, inspeksi ulang dan sebagainya.
- g. Komunikasi yang lebih baik dengan pelanggan tentang kemampuan produk dalam memenuhi spesifikasi pelanggan.
- h. Perbaikan proses, sehingga kualitas produk menjadi lebih baik, biaya lebih rendah dan produktivitas meningkat.

2.2.2 Sistem Pengendalian Kualitas

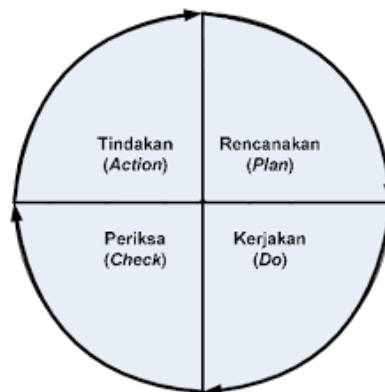
Menurut Gasperz dalam Rozaki (2015), dalam sistem pengendalian kualitas teradapat dua pendekatan kualitas yang digunakan, yaitu :

1. Pengendalian kualitas *output* akhir, dilakukan dengan cara inspeksi terhadap produk yang telah selesai di proses dengan cara menyortir produk yang baik dan jelek.
2. Pengendalian kualitas proses, yaitu dengan cara berorientasi pada pencegahan tindakan kerusakan dan bukan berfokus pada upaya untuk mendeteksi kerusakan saja. Dengan cara melaksanakan aktivitas secara baik dan benar pada waktu proses.

2.3 PDCA (*Plan, Do, Check, Action*)

Pengendalian kualitas harus dilakukan melalui proses yang terus-menerus dan berkesinambungan. Proses pengendalian kualitas tersebut dapat dilakukan salah satunya dengan melalui penerapan PDCA (*plan – do – check – action*) yang diperkenalkan oleh Dr. W. Edwards Deming seorang pakar kualitas ternama berkebangsaan Amerika Serikat, sehingga siklus ini disebut siklus deming (*Deming Cycle/ Deming Wheel*).

Menurut Deming, empat langkah diulang terus-menerus akan menghasilkan peningkatan kualitas. Dengan demikian, konsumen akan melihat bahwa kondisi kualitas akan terpenuhi. Akan diketahui bagaimana kebutuhan konsumen pada saat ini, kemudian bagaimana kemampuan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dan kemampuan untuk mengantisipasi kebutuhan masa depan konsumen (Syukron dan Kholil:2013).



Gambar 2.1 Lingkaran Deming

Sumber : Anonym

2.3.1 Tahap *Plan* (Perencanaan)

Plan adalah tahapan melakukan identifikasi atas permasalahan yang terjadi dan mengambil kesimpulan terhadap faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi dan menyebabkan timbulnya permasalahan. Pada tahapan ini dibuat perencanaan atas strategi apa dan langkah apa yang dilakukan untuk menanggulangi penyebab dan penyelesaian masalah. (Tannady, 15:2015).

2.3.2 Tahap *Do* (Pelaksanaan)

Do artinya Melakukan perencanaan proses yang telah ditetapkan sebelumnya. Ukuran-ukuran proses ini juga telah ditetapkan dalam tahap *Plan*. Dalam konsep *Do* ini kita harus benar-benar menghindari penundaan, semakin kita menunda pekerjaan maka waktu semakin terbuang dan yang pasti pekerjaan akan bertambah banyak. Implementasi proses, dalam langkah ini yaitu melaksanakan rencana yang telah disusun dan memantau proses pelaksanaan dalam skala kecil (proyek uji coba). Mengacu pada penerapan dan pelaksanaan aktivitas yang telah direncanakan.

2.3.3 Tahap *Check* (Pengecekan)

Check Artinya melakukan evaluasi terhadap sasaran dan proses serta melaporkan apa saja hasilnya. Mengecek kembali apa yang sudah kita kerjakan, apakah sesuai dengan standar yang ada atau masih ada kekurangan. Memantau dan mengevaluasi proses dan hasil terhadap sasaran dan spesifikasi dan melaporkan hasilnya. Dalam pengecekan ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu memantau dan mengevaluasi proses dan hasil terhadap sasaran dan spesifikasi. Teknik yang digunakan adalah observasi dan survei. Apabila masih menemukan kelemahan-kelemahan, maka disusunlah rencana perbaikan untuk dilakukan selanjutnya. Jika gagal, maka cari pelaksanaan lain, namun jika berhasil dilakukan rutinitas. Mengacu pada verifikasi apakah penerapan tersebut sesuai dengan rencana peningkatan dan perbaikan yang diinginkan.

2.3.4 Tahap *Action* (Tindakan)

Artinya melakukan evaluasi total terhadap hasil sasaran dan proses dan menindak lanjuti dengan perbaikan-perbaikan jika ternyata apa yang telah dikerjakan masih ada kekurangan atau belum sempurna, segera melakukan *action* untuk memperbaikinya. Proses *action* ini sangat penting sebelum melangkah lebih jauh ke proses perbaikan selanjutnya. Menindaklanjuti hasil berarti melakukan standarisasi perubahan, seperti mempertimbangkan area mana saja yang mungkin diterapkan, merivisi proses yang sudah diperbaik, melakukan modifikasi standar, prosedur,

dan kebijakan yang ada. Mengkomunikasikan kepada seluruh staf, pelanggan dan supplier atas perubahan yang dilakukan apabila diperlukan dan mendokumentasikan proyek. Selain itu, juga perlu memonitor perubahan dengan melakukan pengukuran dan pengendalian proses secara teratur.

2.4 *Seven Tools*

Seven tools merupakan salah satu alat statistik untuk mencari akar permasalahan kualitas, sehingga dalam manajemen kualitas dapat menggunakan alat ukur *seven tools* untuk mengetahui akar permasalahan terhadap produk yang mengalami cacat, serta dapat mengetahui penyebab-penyebab terjadinya cacat. Alat ukur manajemen kualitas ini telah banyak digunakan diseluruh dunia oleh para manager disemua tingkatan, karena *seven tools* dapat membantu menganalisa, menginterpretasikan data dan memetakan masalah guna membantu kelancaran kerja dalam sebuah tim. Ketujuh alat tersebut adalah sebagai berikut:

1. Lembar Periksa (*Check sheet*)
2. Histogram
3. Diagram sebab-akibat (*Cause & Effect diagram*)
4. Diagram Pareto
5. Diagram Pencar (*Scatter Diagram*)
6. Diagram Alir (*Flowcharts*)
7. Peta Kendali (*Control Charts*)

2.4.1 Lembar Periksa (*Check Sheet*)

Suatu tipe khusus dari isian untuk pengumpulan data. Lembar pengecekan mempermudah mengumpulkan data, cenderung membuat usaha pengumpulan data lebih akurat dan secara otomatis menghasilkan semacam ringkasan data yang sering sangat efektif untuk analisis cepat. Isian lembar pengecekan dibuat masing-masing untuk situasi yang berbeda. Lembar pengecekan menjabarkan satu persatu item yang akan dicek secara rutin ataupun acak, lalu hasil pengecekan tersebut dicatat dalam

bentuk data angka (numerik) atau berupa tanda. Adapun manfaat digunakannya *Check Sheet* menurut Gasperz dalam Prastia (2011) adalah sebagai berikut :

- a. Mempermudah pengumpulan data terutama untuk mengetahui bagaimana suatu masalah terjadi. Tujuan utama dari penggunaan lembar periksa adalah membantu mentabulasikan banyaknya kejadian dari suatu masalah tertentu atau penyebab tertentu.
- b. Mengumpulkan data tentang jenis masalah yang sedang terjadi. Dimana lembar periksa akan membantu memilah-milah data kedalam kategori yang berbeda seperti penyebab, masalah, dll.
- c. Menyusun data secara otomatis sehingga lebih mudah untuk dikumpulkan
- d. Memisahkan antara opini dan fakta. Kita sering berfikir bahwa kita mengetahui suatu masalah atau menanggapi bahwa suatu penyebab masalah itu merupakan hal yang paling penting. Dalam kaitan ini, lembar periksa akan membantu membuktikan opini apakah benar atau salah.

Tabel 2.1 Contoh Lembar Periksa (*Check Sheet*)

Jenis Produk	Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Total
A	Retak	IIII IIII II	12
	Beret	IIII II	7
B	Retak	IIII IIII IIII	15
	Beret	III	3

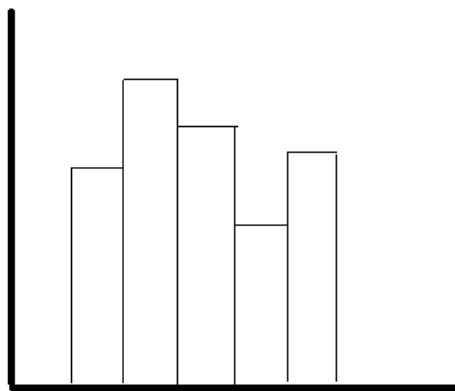
2.4.2 Histogram

Histogram menurut adalah alat untuk menggambarkan secara grafis distribusi frekuensi. Histogram berfungsi untuk mendapatkan informasi yang berguna mengenai bentuk dan penyebaran dari suatu set data. Yang paling penting, histogram membuat penggambaran informasi sangat ringkas dalam format diagram batang. Berikut merupakan manfaat histogram:

1. Menunjukkan data dalam jumlah besar yang susah diinterpretasikan dalam bentuk tabular
2. Menampilkan frekuensi relatif terhadap kejadian berbagai nilai data
3. Menunjukkan pemusatan, variasi dan bentuk data
4. Menggambarkan secara cepat distribusi data
5. Menyediakan informasi yang berguna untuk memprediksi performa masa depan dari suatu proses
6. Membantu mengindikasi jika ada terjadi perubahan dalam proses

Langkah menyusun histogram menurut Ariani (2004) adalah :

1. Menentukan batas-batas observasi, misalnya perbedaan antara nilai terbesar dan terkecil
2. Memilih kelas-kelas atau sel-sel. Biasanya, dalam menentukan banyaknya kelas, apabila n menunjukkan banyaknya data, maka banyaknya kelas ditunjukkan dengan \sqrt{n} .
3. Menentukan lebar kelas-kelas tersebut. Biasanya, semua kelas mempunyai lebar yang sama. Lebar kelas ditentukan dengan membagi range dengan banyaknya kelas.
4. Menentukan Batas-Batas kelas. Tentukan banyaknya observasi pada masing-masing kelas dan yakinkan bahwa kelas-kelas tersebut tidak saling tumpang tindih.
5. Menggambar frekuensi histogram dan menyusun diagram batangnya.



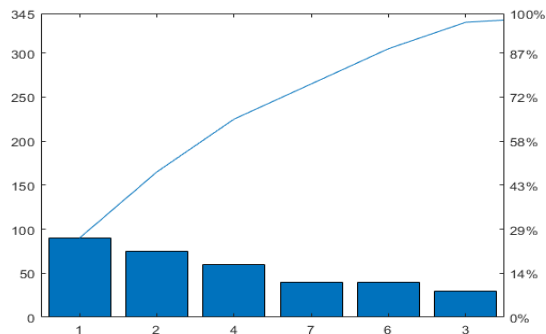
Gambar 2.2 Contoh Histogram

2.4.3 Diagram Pareto

Analisa pareto adalah proses dalam pemeringkatan kesempatan untuk menentukan yang mana dari kesempatan potensial yang harus dikejar terlebih dahulu. Ini dikenal juga sebagai “memisahkan sedikit yang penting dari banyaknya hal yang sepele. Dengan kata lain diagram pareto dibuat untuk menunjukkan cacat utama yang harus diperbaiki untuk mengurangi ketidak sesuaian (cacat) yang terjadi dan juga untuk memperbaiki operasi secara keseluruhan.

Diagram pareto harus digunakan pada berbagai tahap dalam suatu peningkatan kualitas untuk menentukan langkah mana yang akan diambil berikutnya. Menyusunan diagram pareto meliputi tahapan (Ariani:2004:19) yaitu :

1. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data.
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik tersebut.
3. Mengumpulkan data sesuai interval waktu yang digunakan.
4. Merangkum data dan membuat rangking kategori data dari yang terbesar hingga yang terkecil.
5. Menghitung frekuensi kumulatif yang digunakan.
6. Menggambar diagram batang.

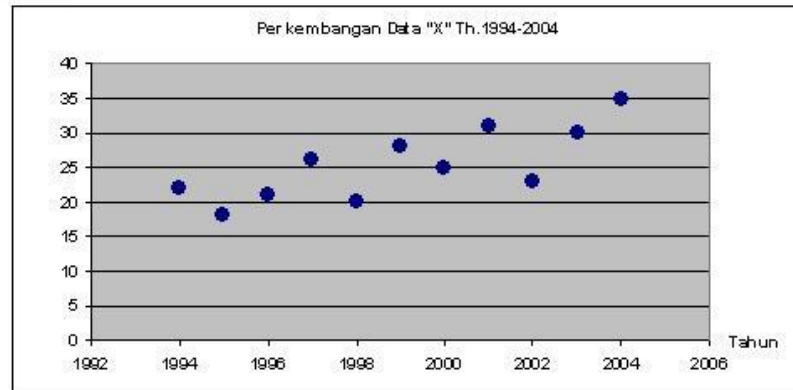


Gambar 2.3 Contoh Diagram Pareto

(Sumber : Anonym)

2.4.4 Diagram Pencar (*Scatter Diagram*)

Scatter diagram merupakan cara yang paling sederhana untuk menentukan hubungan antara sebab dan akibat dari dua variabel. Langkah-langkah yang diambil juga sederhana, data dikumpulkan dalam bentuk pasangan titik (x,y). Dari titik-titik tersebut dapat diketahui hubungan antara variabel x dan variabel y, apakah terjadi hubungan positif atau negatif (Ariani,2004:28).



Gambar 2.4 Contoh Diagram Pencar (*Scatter Diagram*)

2.4.5 Diagram Sebab Akibat (*Cause-Effect Diagram*)

Diagram sebab akibat (*cause-effect diagram*) atau juga biasa disebut dengan diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) atau diagram ishikawa merupakan suatu diagram yang digunakan untuk mencari faktor-faktor penyebab dari suatu penyimpangan karakteristik dan melukiskan dengan jelas berbagai sumber ketidaksesuaian dalam produk yang saling berhubungan, prinsip yang digunakan untuk membuat diagram sebab akibat ini adalah sumbang saran (*brainstroming*).

Diagram sebab akibat pada umumnya terdapat 5 kategori penyebab yaitu :

1. *Material* : Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi, jasa, biasanya informasi atau data dari semua jenis yang digunakan.
2. *Methods and measures* : Prosedur, interuksi kerja cara manusia untuk menyelesaikannya, juga termasuk cara pengukuran terhadap kualitas dan inspeksi.
3. *Machines* : Semua jenis perlengkapan dan peralatan yang digunakan.

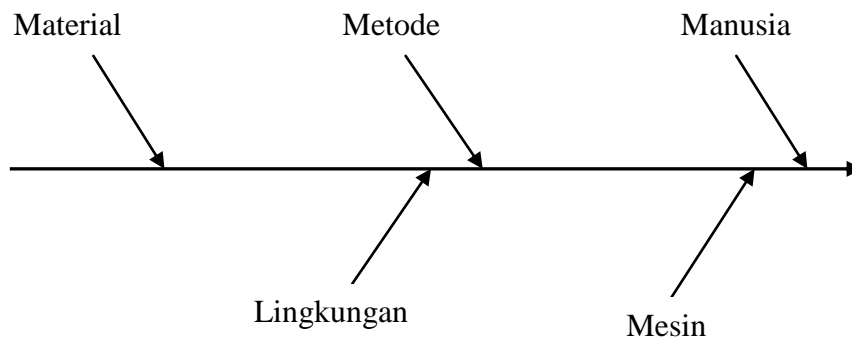
4. *Man / People* : Semua sumber daya manusia yang ikut dalam proses tersebut, termasuk juga pelanggan, manager, pemerintah, karyawan, pemilik perusahaan.
5. *Mother Nature / Environment* : Lingkungan fisik dan manajemen lingkungannya.

Adapun manfaat dari diagram sebab-akibat adalah sebagai berikut :

1. Membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah
2. Menganalisa kondisi sebenarnya yang bertujuan untuk memperbaiki peningkatan kualitas.
3. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
4. Membantu dalam pencarian fakta lebih lanjut.
5. Mengurangi kondisi-kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk dengan keluhan konsumen.
6. Menentukan standarisasi dari operasi yang sedang berjalan atau yang akan dilaksanakan.
7. Merencanakan tindakan perbaikan.

Adapun langkah-langkah dalam membuat diagram sebab-akibat adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi masalah utama.
2. Menempatkan masalah utama tersebut disebelah kanan diagram.
3. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada penyebab mayor.
4. Diagram telah selesai, kemudian dilakukan evaluasi untuk menentukan penyebab sesungguhnya.



Gambar 2.5 Diagram Sebab Akibat

2.4.6 Diagram Alir (*Flowchart*)

Flow charts (bagan arus) merupakan diagram yang menunjukkan aliran atau urutan suatu proses atau peristiwa. Diagram tersebut akan memudahkan dalam menggambarkan suatu sistem, mengidentifikasi masalah dan melakukan tindakan pengendalian. Diagram alur juga menunjukkan siapa pelanggan dalam masing-masing tahapan proses (Ariani:2004:29).

2.4.7 Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kontrol merupakan program grafik suatu karakteristik mutu yang elah diukur atau dihitung dari sampel terhadap nomor sampel atau waktu. Peta kontrol ini dapat digunakan untuk menaksir parameter suatu proses produksi dan melalui informasi ini dapat menentukan kemampuan dalam meningkatkan proses tersebut. *Control chart* selalu terdiri dari tiga garis horisontal, yaitu:

1. Garis Pusat (*Center Line*), garis yang menunjukkan nilai tengah (mean) atau nilai rata-rata dari karakteristik kualitas yang di-plot-kan pada peta kendali.
2. *Upper Control Limit* (UCL), garis di atas garis pusat yang menunjukkan batas kendali atas.
3. *Lower control limit* (LCL), garis di bawah garis pusat yang menunjukkan batas kendali bawah.

Peta kendali berdasarkan jenis data yang digunakan dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu:

1. Peta kendali Variabel : peta kendali ini disusun berdasarkan data hasil pengukuran (data yang diukur), contohnya panjang, lebar, isi, dan berat.

Macam-macam peta kendali variabel :

a. Peta kendali untuk rata-rata (*X-bar chart*)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \text{rata-rata pengukuran setiap kali observasi.....(2.1)}$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{x}_i}{g} = \text{garis pusat untuk peta pengendali rata-rata.....(2.2)}$$

Menurut konsepnya batas kendali 3 σ untuk peta pengendali rata-rata adalah:

$$\bar{\bar{X}} \pm 3\sigma_{\bar{x}} \quad (2.3)$$

$$\text{Dimana, } \sigma = \frac{R}{d_2} \text{.....(2.4)}$$

Batas pengendali untuk peta pengendali rata-rata (*X-bar*) adalah :

$$\text{BKA } \bar{X} = \bar{\bar{X}} + A_2 \cdot \bar{R} \text{.....(2.5)}$$

$$\text{BKB } \bar{X} = \bar{\bar{X}} - A_2 \cdot \bar{R} \text{.....(2.6)}$$

Dimana :

n = banyaknya sampel dalam tiap observasi atau sub kelompok

g = banyaknya observasi yang dilakukan

R_i = range untuk setiap sub kelompok

X_i = data pada sub kelompok atau sampel yang diambil

\bar{X}_i = rata-rata pada setiap sub kelompok

b. Peta kendali untuk rentang (*R Chart*)

$R = X_{\max} - X_{\min} = \text{range data sampel pada setiap kali observasi}$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g R_i}{g} = \text{garis pusat untuk peta pengendali range(2.7)}$$

Dimana :

n = banyaknya sampel dalam tiap observasi atau sub kelompok

g = banyaknya observasi yang dilakukan

Ri = range untuk setiap sub kelompok

Xi = data pada sub kelompok atau sampel yang diambil

\bar{X}_i = rata-rata pada setiap sub kelompok

Batas pengendali untuk R (Range) adalah :

$$\text{BKA R} = \bar{X} + 3 d3 \left(\frac{\bar{R}}{d2} \right) \dots \dots \dots (2.8)$$

$$\text{BKB R} = \bar{X} - 3 d3 \left(\frac{\bar{R}}{d2} \right) \dots \dots \dots (2.9)$$

2. Peta kendali Atribut : peta kendali atribut disusun berdasarkan data hasil menghitung (data yang dihitung/jumlah), contohnya jumlah kerusakan dan jenis kerusakan. Macam-macam peta kendali atribut :

a. Peta kendali p, yaitu peta kontrol untuk mengamati proporsi atau perbandingan antara produk yang cacat dengan total produksi.

$$P = \frac{x}{n} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

p = proporsi kesalahan dalam setiap sampel

x = banyaknya produk yang salah dalam setiap sampel

n = banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi

Menghitung garis pusat atau garis tengah dengan rumus :

$$\text{(GP)}_p = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{n \cdot g} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana : \bar{p} = garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan

p_i = proporsi kesalahan setiap sampel dalam setiap observasi

n = banyaknya sampel yang diambil

g = banyaknya observasi yang dilakukan

Perhitungan Batas Pengendali Atas (BKA) dan Batas Pengendali Bawah (BKB) adalah :

$$BKA = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$BKB = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \dots\dots\dots(2.13)$$

b. Peta kendali np, yaitu untuk jumlah dari seberapa banyak produk yang cacat.

$$GPnp = n\bar{p} - 3\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^g xi}{g}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

$n\bar{p}$ = garis pusat untuk peta pengendali banyaknya kesalahan

xi = banyaknya kesalahan dalam setiap sampel atau dalam setiap kali observasi

g = banyaknya observasi yang dilakukan

standard deviasi untuk peta pengendali banyaknya kesalahan adalah :

$$\sigma np = \sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \dots\dots\dots(2.15)$$

Perhitungan batas pengendali atas (BKA) dan batas pengendali bawahnya (BKB) menjadi:

$$BKAnp = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \dots\dots\dots(2.16)$$

$$BKAnp = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \dots\dots\dots(2.17)$$

c. Peta kendali c, yaitu peta kontrol untuk mengamati jumlah kecacatan per total produksi.

$$\text{Garis Pusat } \bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^g ci}{g} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dimana :

\bar{c} = garis pusat

ci = banyaknya kesalahan pada setiap unit produk sebagai sampel pada setiap kali observasi

g = banyaknya observasi yang dilakukan

Batas pengendali atas (BKA) dan batas pengendali bawah (BKB) ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$BKAc = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \dots\dots\dots(2.19)$$

$$BKBc = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \dots\dots\dots(2.20)$$

d. Peta kendali u, yaitu peta kontrol untuk mengamati jumlah kecacatan per unit produksi

$$ui = \frac{ci}{n} \dots\dots\dots(2.21)$$

Diana n adalah banyaknya sampel untuk tiap kali observasi, semnatara itu garis pusat dapat ditentukan dengan rumus :

$$GPu = \bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^g ci}{ng} \dots\dots\dots(2.22)$$

Dimna :

\bar{u} = garis pusat

Ci = banyaknya kesalahan pada setiap unit produk sebagai sampel pada setiap kali observasi

g = banyaknya observasi yang dilakukan

n = ukuran sampel

oleh karena itu batas pengendali atas (BKA) dan batas pengendali bawah (BKB) untuk peta pengendali u ini adalah :