

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Kualitas

2.1.1 Definisi Kualitas

Sebagian orang berpendapat bahwa kualitas yang baik adalah barang yang lebih kuat, barang yang lebih awet, dan sebagainya, ataupun yang lebih umum dapat dikatakan bahwa barang yang kualitasnya baik adalah barang yang lebih dapat tahan lama. Dalam beberapa kasus barang, pendapat ini dapat diterima. Tetapi hal ini adalah bukan pendapat yang umum dapat dipakai untuk menggambarkan kualitas sebuah barang.

Beberapa definisi tentang kualitas adalah sebagai berikut :

1. Kualitas adalah derajat dimana sebuah produk sesuai dengan rancangan atau spesifikasinya (H.L. Gilmore,” Product Conformance Cost, “ Quality Progress, June 1974)
2. Kualitas adalah lebih dari hanya membuat sebuah produk yang baik (H.Takeuchi and J.A. Quelch, Harvard Business Review, July – August 1983)
3. Kualitas adalah sesuai atau cocok untuk dipakai (J.M. Juran, Quality Control Hand Book, 3rd ed, New York: Mcgraw – Hill, 1982)

4. Kualitas sebuah produk tergantung pada sebaik apa produk itu mempunyai pola yang cocok sesuai keinginan konsumen. (A.A. Kuehn and R.L. Day, ” Strategy of Product Quality,“ Harvard Business Review, November – December 1962).

Kualitas dari suatu produk mencakup :

- a. Kinerja (*performance*), berkaitan dengan aspek fungsional produk itu
- b. *Features*, berkaitan dengan pilihan dan pengembangannya
- c. Keandalan (*reliability*), berkaitan dengan tingkat kegagalan dalam penggunaan produk itu
- d. *Serviceability*, berkaitan dengan kemudahan dan ongkos perbaikan
- e. Konformans (*conformance*), berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan
- f. *Durability*, berkaitan dengan daya tahan atau masa pakai dari produk itu
- g. Estetika (*aesthetics*), berkaitan dengan desain dan pembungkusan atau kemasan dari produk itu
- h. Kualitas yang dirasakan (*perceived quality*) bersifat subyektif, berkaitan dengan persaan pelanggan dalam mengkonsumsi produk itu, seperti : meningkatkan diri, moral, dll.

2.1.2 Keterkaitan Kualitas, Produktivitas, Biaya, Waktu Siklus, dan Nilai

Apabila kita mencari jawaban dari pertanyaan : Apakah perbaikan terhadap kualitas memberikan dampak yang menguntungkan atau merugikan terhadap produktivitas, biaya, waktu siklus, dan nilai, maka jawabannya tentulah “menguntungkan”. Tetapi pada kenyataannya, parameter-parameter ini seharusnya saling harmonis, mereka dapat menjadi kekuatan yang saling mendukung ataupun saling berlawanan. Untuk itu lebih jelasnya adalah sebagai berikut :

- **Kualitas dan Produktivitas**

Produktivitas merupakan rasio dari *output* yang memiliki nilai jual dengan sumber daya yang digunakan. **Mc Cracken** dan **Kaynak** yang membahas definisi alternatif dari produktivitas dan hubungannya terhadap kualitas (kunci pemecahannya adalah produktivitas meningkat seiring dengan meningkatnya kualitas). Jika kualitas ditingkatkan dengan mengidentifikasi dan mengurangi penyebab-penyebab cacat dan *rework*, semakin banyak *output* bernilai jual yang dihasilkan dengan jumlah *input* tenaga kerja yang sama atau tetap. Peningkatan kualitas ini secara langsung akan mengakibatkan peningkatan produktivitas.

- **Kualitas dan Biaya**

Dengan peningkatan kualitas dalam perancangan, biaya-biaya tertentu akan bertambah. Jika kualitas suatu produk semakin baik atau meningkat,

pengerjaan ulang, komplain, scrap dan keluhan lainnya pun akan berkurang, sehingga menyebabkan pengurangan biaya yang signifikan. Strategi ideal adalah menggunakan biaya yang dapat disimpan atau dikurangi tersebut untuk meningkatkan nilai produk tanpa menambah harga jual. Hal ini tentu akan meningkatkan kepuasan konsumen dan menambah pendapatan atas penjualan.

- **Kualitas dan Waktu Siklus**

Baik dalam sektor manufaktur maupun jasa, waktu siklus yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas atau produk untuk konsumen merupakan suatu parameter pokok. Konsumen menginginkan permintaan mereka dipenuhi dengan cepat. Ketika usaha peningkatan kualitas dapat mengurangi pekerjaan ulang, kegiatan yang tidak perlu dan hal lainnya, maka secara bersamaan terjadilah penurunan waktu siklus.

- **Kualitas dan Nilai**

Nilai merupakan kualitas dibagi dengan harga. Peningkatan kualitas yang dapat diberikan kepada konsumen tanpa adanya peningkatan harga dapat disebut sebagai nilai yang lebih baik.

Kualitas, produktivitas, biaya, waktu siklus dan nilai saling terkait. Aktivitas kualitas harus mencoba untuk mendeteksi masalah kualitas secepatnya untuk mengetahui langkah apa yang harus diambil. Perhatian harus diberikan kepada pencegahan dibanding hanya dengan melakukan

perbaikan terhadap masalah kualitas. Peningkatan kualitas dapat menjadi kekuatan yang mengarahkan peningkatan parameter lainnya.

2.2 Variasi

Variasi menurut **McNeese** dan **Klein** adalah penyebab utama terjadinya masalah kualitas. Variasi di dalam proses produksi dan manufaktur memang tidak dapat dielakkan lagi. Namun setidaknya untuk mencapai target kualitas yang diinginkan, maka variasi ini semaksimal mungkin harus dapat dikendalikan atau dikurangi. Variasi output atau produk dari suatu proses yang terjadi bila ada variasi dalam elemen-elemen proses, yaitu : manusia, mesin, metode, material dan lingkungan.

Menurut **Gaspersz**, variasi adalah ketidakseragaman dalam sistem produksi atau operasional sehingga menimbulkan perbedaan dalam kualitas pada output (barang / jasa) yang dihasilkan.

2.3. Unsur - Unsur dasar Yang Mempengaruhi Hasil

Dalam memproduksi barang pada sebuah perusahaan manufaktur terdapat beberapa unsure pokok yang dapat mempengaruhi hasil, yaitu :

1. Manusia

Sumber daya manusia adalah unsur utama yang memungkinkan terjadinya proses penambahan nilai (*value added*). Kemampuan mereka untuk melakukan suatu tugas (*task*) adalah kemampuan (*ability*), pengalaman, pelatihan (*training*), dan potensi kreativitas yang beragam, sehingga diperoleh suatu hasil (*output*).

2. Metode (*Method*)

Hal ini meliputi prosedur kerja dimana setiap orang harus melaksanakan kerja sesuai dengan tugas yang dibebankan pada masing-masing individu . Metode ini harus merupakan prosedur kerja terbaik agar setiap orang dapat melaksanakan tugasnya secara efektif dan efisien.

3. Mesin (*Machines*)

Mesin atau peralatan yang digunakan dalam proses penambahan nilai menjadi output. Dengan memakai mesin sebagai alat pendukung pembuatan suatu produk, memungkinkan sebagai variasi dalam bentuk, jumlah, dan kecepatan proses penyelesaian kerja.

4. Bahan (*Materials*)

Bahan baku yang diproses produksi agar menghasilkan nilai tambah menjadi output, jenisnya sangat beragam. Keragaman bahan baku yang digunakan

akan mempengaruhi nilai output yang beragam pula. Bahkan perbedaan bahan baku (jenisnya) mungkin dapat pula menyebabkan proses pengerjaannya.

5. Ukuran (*Measurement*)

Dalam setiap tahap-tahap proses produksi harus ada ukuran sebagai standar penilaian, agar setiap tahap proses produksi dapat dinilai kinerjanya. Kemampuan dari standar ukuran tersebut merupakan faktor penting untuk mengukur kinerja seluruh tahapan proses produksi, dengan tujuan hasil yang diperoleh sesuai dengan rencana.

6. Lingkungan

Lingkungan dimana proses produksi berada sangat mempengaruhi hasil atau kinerja proses produksi. Bila lingkungan kerja berubah, maka kinerja pun akan berubah pula. Bahkan faktor lingkungan eksternal pun dapat mempengaruhi kelima unsur tersebut di atas sehingga dapat menimbulkan variasi tugas pekerjaan.

2.4 *Quality Control*

Menurut beberapa ahli pengendalian kualitas atau *quality control* dapat berarti:

1. Menurut Feigenbaum

Feigenbaum mengartikan pengendalian kualitas sebagai tindakan yang perlu dilakukan untuk menjamin tercapainya tujuan dengan jalan mengadakan pemeriksaan yang dimulai dari bahan mentah sampai bahan jadi sehingga sesuai dengan yang diinginkan.

2. Menurut Dale H.

Pengendalian kualitas adalah suatu proses yang teratur terhadap kegiatan-kegiatan untuk mengukur performansi suatu produk dengan performansi suatu produk dengan performansi standar dan berusaha melakukan tindakan perbaikan.

Pengendalian kualitas atau *quality control* mutlak diperlukan untuk mencapai kualitas yang baik. Pengendalian kualitas ini dapat dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu:

1. *On-line Quality Control*

On-line Quality Control adalah kegiatan pengendalian kualitas yang dilakukan selama proses *manufacturing* berlangsung dengan menggunakan *Statistical Process Control (SPC)*. Artinya jika produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi yang diharapkan, tindakan perbaikan terhadap proses dilakukan.

2. *Off-line Quality Control*

Off-line Quality Control adalah pengendalian kualitas yang dilakukan sebelum proses produksi. Dengan tindakan pencegahan maka kemungkinan adanya cacat produk dan masalah kualitas dapat diatasi sebelum proses produksi berjalan. Pengurangan pada produk cacat akan mengurangi scrap dan produk gagal, yang akhirnya akan mengurangi pemulangan produk dari konsumen.

Tujuan dari *Off-line Quality Control* adalah untuk mengoptimasi desain produk dan proses dalam rangka mendukung kegiatan *On-line Quality Control*.

Secara umum pengendalian kualitas atau *Quality Control* dapat diartikan sebagai suatu sistem yang efektif untuk memadukan pengembangan, pemeliharaan dan upaya perbaikan kualitas berbagai kelompok dalam sebuah organisasi pemasaran, kerekayasaan, produksi dan jasa dapat berada pada tingkatan yang paling ekonomis sehingga pelanggan atau konsumen mendapat kepuasan penuh. Jadi pelaksanaan pengendalian kualitas, berarti :

- a. Menggunakan pengawasan kualitas sebagai dasar setiap kegiatan
- b. Pengendalian biaya, harga dan laba secara terintegrasi
- c. Pengendalian jumlah, meliputi jumlah produksi, penjualan dan persediaan dan waktu pengiriman kepada pelanggan.

2.4.1 Pengendalian Kualitas Proses Statistik

Pengendalian kualitas proses statistik (*Statistical Process Control*) merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan sebagai pemonitor, pengendali, penganalisis, pengelola, dan memperbaiki proses menggunakan metode-metode statistik serta penggunaan alat-alat manajemen dan tindakan perancangan. Pengendalian proses statistik merupakan penerapan metode-metode statistik untuk pengukuran dan analisis variasi proses. Dengan menggunakan pengendalian proses statistik ini maka dapat dilakukan analisis dan minimasi penyimpangan atau kesalahan, mengkuantifikasikan kemampuan proses, menggunakan pendekatan statistik dengan dasar six sigma, dan membuat hubungan antara konsep dan teknik yang ada untuk mengadakan perbaikan proses.

2.4.2 Hubungan Mutu dengan Teknologi yang Digunakan

Mutu suatu produk bukan saja dipengaruhi oleh mutu bahan baku yang digunakan, tetapi juga dipengaruhi oleh proses pembuatannya. Artinya mesin untuk memproses bahan baku menjadi barang jadi akan mempengaruhi mutu barang. Tentu saja teknologi atau mesin yang lebih mutakhir atau canggih selalu menghasilkan mutu barang yang lebih baik.

2.4.3 Desain Proses dan Kesesuaian Mutu Produk (Process Design And Quality Conformance)

Setelah membuat rancang bangun (desain) produk yang mempunyai keselarasan mutu produk, berarti langkah selanjutnya adalah menyiapkan desain proses produksi yang selaras pula dengan mutu produk (process design and Quality Conformance). Di bawah ini adalah beberapa prinsip dan metode untuk mendesain proses yang selaras dengan mutu produk.

1. Poka-Yoke

Poka-Yoke adalah prinsip untuk memulai prosedur penggunaan alat yang bertujuan mencegah kesalahan sehingga menimbulkan produk rusak (defect product). Misalnya dalam proses produksi assembly lines seorang buruh bertugas memasang 5 komponen, maka ke-5 komponen tersebut sebaiknya diantarkan dalam satu wadah. Jadi bila buruh tersebut lalai atau kerja lambat sehingga ada sisa komponen yang belum sempat dipasang, maka akan ketahuan karena sisa komponen masih tertinggal dalam kotak.

2. Proses yang tegas dan metode Taguchi

Metode Taguchi adalah metode yang bertujuan untuk mengurangi variasi mutu produk, sehingga diperoleh produk yang berkualitas relative hampir sama. Hal ini dilakukan dengan cara mengetes proses produksi. Misalnya, suatu produk setengah jadi memerlukan pemanasan, fabrikasi, dan

pendinginan. Untuk pelaksanaan tersebut, terdapat banyak kombinasi suhu, lamanya pemanasan, dan pendinginan, sehingga diperoleh produk yang variasinya relatif kecil. Memang tingkat variasi dari produk akhir berbeda, tergantung kepada pilihan kombinasi tersebut di atas.

3. Desain Kerja dan *Ergonomic*

Kerap terjadi bahwa produk yang rusak disebabkan karena desain kerja dan lingkungan kerja yang buruk serta kekurangan alat bantu. Oleh karena itu perlu perhatian seksama atas desain kerja buruh, agar dia dapat bekerja dengan baik, dalam lingkungan kerja yang baik dan dilengkapi alat bantu yang cukup.

4. Karyawan yang bertanggung jawab dan organisasi.

Dalam hal ini terdapat istilah lingkaran mutu (*quality circle*) yaitu kelompok karyawan (5 sampai dengan 10 orang) yang secara teratur selalu mendiskusikan tentang berbagai cara untuk meningkatkan produktivitas dan mutu produk. Sebagian besar mereka terlibat langsung dalam proses produksi, sehingga merekalah yang tahu proses produksi yang ada dengan segala kelebihan dan kekurangannya. Kelompok lingkaran mutu inilah yang mempunyai mekanisme formal untuk selalu menilai suatu ide pembaharuan dan menyampaikannya pada pihak manajemen, dan segera menerapkan ide tersebut begitu mendapat persetujuan.

5. Memanaskan dan Mengoperasikan Awal Mesin

Sering terjadi produk yang rusak terjadi pada saat mulainya operasi percobaan mesin (*trial run*), sehingga operator diharapkan dapat menyetel dan mengkalibrasi proses produksi. Saat ini menyetel mesin pada saat operasi awal dapat dilakukan lebih mantap dan efisien dengan cara atau metode yang terstruktur oleh tim sehingga diperoleh produk dengan mutu yang lebih baik.

6. Sistem Serentak (Just In Time System)

Pada system tradisional dengan proses berdasarkan aliran tertumpuk atau aliran kumpulan pekerjaan (*batch flow*), barang setengah jadi ditumpuk di antara tahapan produksi satu dengan tahap produksi berikutnya. Berbeda halnya dengan proses produksi cara baru, yakni apa yang disebut dengan istilah serentak atau just in time (JIT) yang mempunyai keistimewaan, yakni adanya hubungan yang erat antar tahapan proses produksi, jumlah dalam skala kecil (*small lot size*), jumlah persediaan dalam proses (*work in process*) juga kecil khususnya antar tahapan proses produksi dan siklus produksi (*Cycle Time*) yang pendek.

2.5 Tujuh Alat Pemecahan Masalah (7 Tools)

Tujuh alat pemecahan masalah merupakan alat yang membantu proses pemecahan masalah. Tujuh alat ini biasanya digunakan beriring dengan delapan langkah (8 steps). Fungsinya adalah untuk memperjelas hal – hal yang diuraikan pada delapan langkah dalam bentuk diagram – diagram. Tujuh alat pemecah masalah terdiri atas :

1. Lembar pengumpulan data
2. Stratifikasi (penggolongan)
3. Diagram Pareto
4. Diagram sebab akibat (Cause and Effect Diagram / Fishbone Diagram)
5. Histogram
6. Diagram Pencar
7. Grafik / Bagan Kendali

Berikut adalah penjelasan tentang masing – masing alat pemecahan masalah .

1. Lembar Pengumpulan Data

Digunakan untuk mempermudah pengumpulan data, dimana seluruh data dari masing – masing bagian dikumpulkan dalam bentuk laporan, kemudian mengkoreksi data yang berhubungan dengan masalah yang akan diatasi.

2 Stratifikasi

Digunakan untuk menguraikan persoalan menjadi golongan sejenis yang lebih kecil atau menjadi unsure – unsur tunggal dalam persoalan, seperti:

- ~ Jenis cacat / kerusakan
- ~ Penyebab kecacatan
- ~ Lokasi kecacatan
- ~ Material dari pembuatan, unit kerja, operator, waktu, dan sebagainya

3 Diagram Pareto

Merupakan diagram yang terdiri dari grafik balok dan grafik garis yang menggambarkan perbandingan masing – masing jenis masalah terhadap keseluruhan. Grafik ini dapat digunakan untuk mempersempit daerah masalah, karena selalu ada sumber masalah yang dominan, menggambarkan jenis persoalan sebelum dan sesudah perbaikan.

4 Diagram Sebab Akibat (*Cause and Effect Diagram*)

Biasa disebut diagram tulang ikan (*Fish Bone Diagram*) yaitu diagram yang menunjukkan faktor – faktor yang menjadi sebab dari suatu akibat. Berguna untuk menemukan faktor yang berpengaruh, sumber – sumber permasalahan dan faktor penyebab dari suatu masalah.

5 Histogram

Digunakan untuk memudahkan mengetahui distribusi frekwensi atau data yang ada untuk melihat persoalan. Diagram ini menunjukkan harga rata – rata dan derajat penyebaran. Sehingga kita menjadi lebih mudah dalam melihat jenis data apa yang punya frekwensi tertinggi maupun yang terendah. Selain distribusi frekwensi, bisa juga digunakan untuk menunjukkan distribusi intensitas, produktivitas, distribusi nilai dan lain – lain.

6 Diagram Pencar

Suatu diagram yang menggambarkan korelasi dari suatu penyebab yang berkesinambungan terhadap penyebab lain atau terhadap akibat / karakteristik mutu, digunakan untuk melihat ada atau tidaknya korelasi dari suatu penyebab terhadap penyebab lain.

7. Peta Kendali (*Control Chart*)

Pengelompokan jenis-jenis peta kendali tergantung pada jenis tipe datanya. Gasperz (1998) menjelaskan bahwa dalam konteks pengendalian proses statistikal dikenal dua jenis data, yaitu : (Vincent Gasperz, 1998, hal 28).

- a. **Data Variabel (*Variabel Data*)**, merupakan data kuantitatif yang diukur untuk keperluan analisis. Contoh dari data variabel karakteristik kualitas

adalah : diameter pipa, ketebalan produk kayu lapis, berat semen dalam kantong, dll. Ukuran-ukuran berat, panjang lebar, tinggi, diameter, volume biasanya merupakan data variabel.

- b. **Data Atribut (*Attributes Data*)**, merupakan data kuantitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari data atribut karakteristik kualitas adalah ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi, banyaknya jenis cacat pada produk, banyaknya produk kayu lapis yang cacat karena corelap, dll. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit-unit *nonconforms* atau ketidaksesuaian dengan spesifikasi yang ditetapkan.

Berdasarkan kedua tipe data tersebut, maka jenis-jenis peta kendali terbagi atas peta kendali untuk data variabel dan peta kendali untuk data atribut. Beberapa peta kendali termasuk dalam peta kendali untuk data variabel adalah peta kendali \bar{X} dan R, serta peta kendali individual \bar{X} dan MR. Sedangkan peta kendali yang termasuk dalam peta kendali untuk data atribut adalah peta kendali p, peta kendali np, peta kendali c dan peta kendali u.

2.5.1 Peta Pengendali Proporsi Kesalahan (p-chart) dan Banyaknya kesalahan (np-chart) dalam Sampel

Bila sample yang diambil untuk setiap kali melakukan observasi jumlahnya sama maka kita dapat menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (p-chart) maupun banyaknya kesalahan (np-chart) . Namun bila sample yang diambil bervariasi untuk setiap kali melakukan observasi berubah-ubah jumlahnya atau memang perusahaan tersebut akan melakukan 100% inspeksi maka kita harus menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (p-chart). Apabila banyaknya sampel atau sub kelompok yang diambil setiap kali observasi sama, maka dapat digunakan pula peta pengendali banyaknya kesalahan (np-chart).

Untuk Banyaknya Sampel Bervariasi

Untuk banyaknya sampel yang bervariasi peta pengendali yang digunakan pasti hanya peta pengendali proporsi kesalahan (p-chart). Namun peta ini mempunyai tiga beberapa pilihan model, yaitu menggunakan peta pengendali model harian / individu, peta pengendali model rata-rata, dan peta pengendali dengan model yang dibuat menurut urutan banyaknya sampel berdasarkan pertimbangan perusahaan (Mitra, 1993)

a. Peta pengendali model harian / individu

Peta pengendali model harian / individu ini dibuat untuk setiap observasi. Oleh karenanya, perusahaan akan mempunyai beberapa batas pengendali atas dan

beberapa pengendali bawahnya dalam peta pengendali proporsi kesalahan untuk kualitas proses produksinya. Keunggulan peta pengendali proporsi kesalahan model harian / individu ini adalah ketepatannya dalam memutuskan apakah sample berada di dalam atau di luar batas pengendalinya. Adapun rumus yang dipakai dalam menentukan batas kendalinya adalah sesagai berikut :

- Garis pusat (CL) = $\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g pi}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g xi}{\sum sampel}$

- Batas kendali atas (UCL) = $\bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}}$

- Batas kendali bawah (LCL) = $\bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}}$

Dimana :

pi = proporsi banyaknya kesalahan setiap sampel pada setiap kali observasi

xi = banyaknya kesalahan setiap sampel pada setiap kali observasi

ni = banyaknya sampel yang diambil pada setiap kali observasi yang selalu bervariasi

g = banyaknya observasi

b. Peta pengendali model rata-rata

Peta pengendali proporsi kesalahan model rata-rata adalah bentuk yang lebih sederhana, lebih cepat, dan lebih mudah daripada model individu atau harian. Peta pengendali model ini juga lebih banyak digunakan daripada peta pengendali proporsi kesalahan model individu atau harian. Namun, peta pengendali proporsi kesalahan model individu atau harian ini **lebih tepat** dibandingkan dengan model rata-rata. Adapun rumus yang dipakai dalam menentukan batas kendalinya pada peta pengendali model rata-rata adalah sebagai berikut :

- Garis pusat (CL) = $\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{\sum \text{sampel}}$
- Batas kendali atas (UCL) = $\bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$
- Batas kendali bawah (LCL) = $\bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

$$\text{dimana : } \bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^g ni}{g}$$

Peta Kontrol X-Bar dan R

Peta kontrol X-bar (Rata-rata) dan R(Range) digunakan untuk memantau proses yang mempunyai karakteristik berdimensi kontinu, sehingga peta kontrol X-Bar dan R sering disebut peta kontrol untuk data variable. Peta kontrol X-Bar menjelaskan kepada kita tentang apakah perubahan-perubahan telah terjadi dalam ukuran titik pusat (*central tendency*) atau rata-rata dari suatu proses. Hal ini mungkin disebabkan oleh faktor-faktor seperti : peralatan yang dipakai, peningkatan temperatur secara gradual, perbedaan metode yang digunakan dalam shift, material baru, tenaga kerja baru yang belum dilatih, dan lain-lain.Sedangkan peta control R (Range) menjelaskan tentang apakah perubahan-perubahan telah terjadi dalam ukuran variasi, dengan demikian berkaitan dengan perbahan homogenitas produk yang dihasilkan melalui suatu proses. Adapun rumus yang dipakai dalam menentukan batas kendali pada peta X-Bar (Rata-rata) adalah sebagai berikut :

- Menentukan rata-rata pengukuran untuk setiap kali observasi (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{n}$$

- Menentukan garis pusat peta pengendali X Rata-rata ($\bar{\bar{X}}$)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g xi}{g}$$

- Menentukan range data sampel pada setiap kali observasi(R)

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

- Menentukan garis pusat peta pengendali R ($\bar{\bar{R}}$)

$$\bar{\bar{R}} = \frac{\sum_{i=1}^g Ri}{g}$$

- Menentukan batas pengendali atas untuk peta X Rata-rata (UCL)

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A2. \bar{\bar{R}}$$

- Menentukan batas pengendali bawah untuk peta X Rata-rata (LCL)

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A2. \bar{\bar{R}}$$

- Menentukan batas pengendali atas untuk peta R (UCL)

$$UCL = D4. \bar{\bar{R}}$$

- Menentukan batas pengendali bawah untuk peta R (UCL)

$$UCL = D3. \bar{\bar{R}}$$

Dimana :

n = banyaknya sampel dalam tiap observasi atau sub kelompok

g = banyaknya observasi dilakukan

R_i = range unruk setiap sub kelompok

X_i = data pada sub kelompok atau sampel yang diambil

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

A_2, D_4, D_3 = konstanta

Menurut Gasperz(1998) pada prinsipnya semua peta kendali mempunyai :

1. Garis Tengah (*Central Line*), yang biasanya dinotasikan CL.
2. Sepasang batas kendali (*Control Limits*), dimana suatu batas kendali ditetapkan di atas garis tengah yang dikenal sebagai batas kendali atas (*Upper Control Limit*), biasanya dinotasikan sebagai UCL, dan yang satu lagi ditempatkan di bawah garis tengah yang dikenal sebagai batas-batas kendali bawah (*Lower Control Limit*), biasanya dinotasikan sebagai LCL.
3. Tebaran nilai-nilai karakteristik kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai yang ditebarkan (diplot) pada peta itu berada di dalam batas-batas kendali tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu, maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam kendali atau terkendali

secara statistical. Namun jika nilai-nilai yang ditebarkan pada peta itu jatuh atau berada di luar batas-batas kendali atau memperlihatkan kecenderungan tertentu atau memiliki bentuk yang aneh, maka proses yang berlangsung dianggap berada di luar kendali (tidak terkendali) sehingga perlu diambil tindakan korektif untuk memperbaiki proses yang ada.

Pada dasarnya peta-peta kendali dipergunakan untuk :

- Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistikal? Dengan demikian peta-peta kontrol digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali secara statistikal, dimana semua nilai rata-rata dalam subgroup contoh berada dalam batas-batas pengendalian (*control limits*), oleh karena itu variasi penyebab khusus menjadi tidak ada lagi di dalam proses.
- Memantau proses terus menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistikal dan hanya mengandung variasi penyebab umum.
- Menentukan kemampuan proses (*process capability*). Setelah proses berada dalam batas pengendalian statistikal, batas-batas dalam variasi proses dapat ditentukan.

2.6 Delapan Langkah Pemecah Masalah

Delapan langkah pemecah masalah ini mengikuti penjabaran siklus PDCA (Plan – Do – Check – Action). Siklus ini merupakan aspek yang penting dalam

kegiatan Quality Control Circle, merukan siklus kegiatan yang direncanakan untuk memecahkan suatu masalah yang ditemui dalam QCC.

Kedelapan langkah tersebut adalah :

1 Menemukan Persoalan

Langkah pertama ini mengambil tema sesuai dengan prioritas masalah / problem yang ada dan yang akan dipecahkan. Teknik pengendalian mutu yang dipakai dalam langkah ini adalah : grafik, diagram pareto dan histogram.

2 Menemukan Sebab Persoalan

Dilakukan dengan cara mendaftarkan semua sebab yang mungkin dengan teknik sumbang saran (brainstorming). Untuk menganalisa suatu masalah secara keseluruhan maka pekerja perlu dimotivasi untuk berpikir secara luas dan kreatif. Teknik sumbang saran ini merupakan cara yang efektif untuk memunculkan ide kreatif dari setiap anggota untuk berpartisipasi.

3 Mencari Faktor Yang Paling Berpengaruh

Menganalisa sebab – sebab yang telah ditemukan, meneliti dan menguji sebab - sebab tersebut dan menemukan prioritas utama untuk dipecahkan. Alat yang dapat dipakai adalah diagram pencar.

4 Merencanakan Langkah Yang Tepat

Langkah ini dapat dilakukan dengan cara :

- Memikirkan segala cara penanggulangan yang mungkin.

- Mempelajari dan memilih cara penanggulangan yang paling efektif terhadap penyebab utama, hal ini dapat dilakukan dengan cara mengajukan pertanyaan – pertanyaan seperti berikut :

Why : mengapa perlu penanggulangan

What : apa tujuan penanggulangan

Where : dimana penanggulangan dilaksanakan

Who : siapa yang melaksanakan

How : bagaimana pelaksanaannya

- Siapkan rencana pelaksanaannya dan informasikan kepada personil yang terkait.

5 Melaksanakan Rencana

Pelaksanaan penanggulangan harus sesuai rencana penanggulangan, dan pembagian tugas harus secara adil sesuai dengan kapasitas dan kemampuan masing – masing anggota.

6 Memeriksa Hasilnya

Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan meliputi :

- Membandingkan hasil dengan rencana.
- Mengetahui penyimpangan – penyimpangan yang terjadi dengan menggunakan alat diagram batang atau diagram grafik.

7. Mencegah Timbulnya Persoalan Yang Sama

Untuk mencegah timbulnya persoalan yang sama, setiap hasil yang telah dicapai haruslah dibuat standarisasi. Untuk menentukan tingkat mana yang akan dipilih, haruslah diperhatikan bagaimana keefektifan dan kemungkinan, biaya serta pengendalian selanjutnya.

Beberapa tujuan standarisasi :

- Standarisasi Produk

Bertujuan untuk penurunan biaya dan peningkatan efisiensi dalam produksi.

- Standarisasi Bahan Baku

Bertujuan untuk penurunan biaya persediaan bahan baku yang mempunyai kompensasi terbesar dalam biaya secara keseluruhan serta penekanan efisiensi dalam pembelian.

- Standarisasi Pengolahan

Bertujuan untuk membuat sebuah system dimana setiap pekerja menyadari tanggung jawab terhadap kualitas dan kuantitas produk.

- Standarisasi Pemeriksaan

Bertujuan untuk mencegah kerusakan dalam fasilitas produksi, membuat laporan informatif mengenai pemeriksaan kualitas yang

dihasilkan, dan mengurangi kesalahan pengukuran dalam pemeriksaan.

- Standarisasi Pemeliharaan Fasilitas

Bertujuan untuk mencegah kerusakan dalam fasilitas produksi, dan mengadakan pengendalian yang akurat dalam pengujian dan pemeriksaan peralatan untuk mencegah peningkatan kesalahan pengukuran.

- Standarisasi Manajemen Persediaan

Bertujuan untuk mengurangi biaya penyimpanan persediaan dan mencegah ketidakcocokan jumlah persediaan.

8 Memperhatikan Persoalan Yang Masih Ada

Maksudnya adalah melihat kembali persoalan yang belum terselesaikan atau masalah yang lain dan kemudian mulai kembali dengan langkah 1 sampai 8, begitu seterusnya sampai semua masalah terselesaikan.

2.7 Analisa “5-Why”

Analisa ini digunakan sebagai kelanjutan dari diagram *fishbone* untuk mendapatkan akar permasalahan yang sebenarnya. Hukum sebab akibat mengajarkan kepada kita bahwa setiap kali kita bertanya “Mengapa (*Why*)?”, kita seharusnya menemukan paling sedikit dua jenis penyebab diatas, yaitu : (a) penyebab yang dapat

dikendalikan, dan (b) penyebab yang tidak dapat dikendalikan, selanjutnya untuk setiap penyebab yang tidak dapat dikendalikan kita seharusnya mampu mengidentifikasi apakah penyebab yang tidak dapat dikendalikan itu adalah (b1) dapat diperkirakan atau diprediksi sebelum kejadian, dan (b2) tidak dapat diprediksi atau diperkirakan sebelum kejadian. Selanjutnya apabila kita mengumpulkan jawaban dari penyebab yang dapat dikendalikan dan jawaban dari penyebab yang tidak dapat dikendalikan namun dapat diperkirakan, maka dua tindakan solusi masalah berikut dapat diambil, yaitu : (1) menghilangkan akar penyebab yang dapat dikendalikan, dan (2) mengantisipasi melalui tindakan pencegahan terhadap penyebab yang tidak dapat dikendalikan namun dapat diperkirakan itu. Dengan melalui sistematika “Mengapa” beberapa kali terhadap penyebab-penyebab terkendali, maka kita akan menemukan sumber dan akar penyebab dari suatu masalah (akibat), sehingga solusi masalah yang efektif adalah menghilangkan akar penyebab dari masalah itu.

2.8 Kemampuan Proses

Kapabilitas adalah kemampuan dari proses dalam menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi. Jika proses memiliki kapabilitas yang baik, proses itu akan menghasilkan produk yang berada dalam batas-batas spesifikasi (di antara toleransi atas dan toleransi bawah spesifikasi). Sebaliknya, apabila proses memiliki kapabilitas jelek, proses itu akan menghasilkan banyak produk yang di luar batas spesifikasi,

sehingga menimbulkan kerugian karena banyak produk yang ditolak. Apabila banyak produk yang ditolak atau terdapat banyak *scrap*, hal itu mengindikasikan bahwa proses produksi memiliki kapabilitas proses yang rendah atau jelek.

Indeks Kapabilitas Proses (Cp) dihitung menggunakan formula berikut :

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6s}$$

dimana :

Cp = indeks kapabilitas proses (*process capability index*)

USL = batas spesifikasi atas (*upper specification limit*)

LSL = batas spesifikasi bawah (*lower specification limit*)

s = simpangan baku.

Jika nilai indeks kapabilitas proses lebih besar atau sama dengan satu ($C_p \geq 1$), hal itu menunjukkan bahwa proses memiliki kapabilitas yang baik, yang berarti bahwa proses mampu menghasilkan produk yang berada dalam batas-batas spesifikasi.

Sebaliknya, jika nilai indeks kapabilitas proses lebih kecil daripada satu ($C_p < 1$), hal itu menunjukkan bahwa proses memiliki kapabilitas yang jelek, yang berarti bahwa proses tidak mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan batas-batas spesifikasi.

Untuk keperluan praktek biasanya dipergunakan kriteria (*rule of thumb*), sebagai berikut :

$C_p > 1.33$, maka proses dianggap mampu (*capable*)

$C_p = 1.00 - 1.33$, maka proses dianggap mampu namun perlu pengendalian ketat apabila C_p telah mendekati 1.00

$C_p < 1.00$, maka proses dianggap tidak mampu (*not capable*)

Biasanya indeks kapabilitas proses (C_p) dipergunakan bersamaan dengan indeks performansi (*performansi index*), C_{pk} , yang dikemukakan oleh Kane. Indeks Performansi Kane atau C_{pk} , merefleksikan kedekatan nilai rata-rata dari proses sekarang terhadap salah satu batas spesifikasi atas (USL) atau batas spesifikasi bawah (LSL).

Indeks Performansi Kane atau C_{pk} , diduga berdasarkan formula :

$C_{pk} = \min (CPL, CPU)$

dimana CPL = indeks kapabilitas bawah (*lower capability index*)

CPU = indeks kapabilitas atas (*upper capability index*)

Rumus perhitungan : $CPL = \frac{\bar{X} - LSL}{3s}$

dan rumus perhitungan : $CPU = \frac{USL - \bar{X}}{3s}$

Jika $CPL > 1.33$, proses akan mampu memenuhi batas spesifikasi bawah (LSL).

Jika $1.00 < CPL < 1.33$, proses masih mampu memenuhi batas spesifikasi bawah (LSL), namun perlu pengendalian ketat apabila CPL telah mendekati 1.00.

Jika $CPL < 1.00$, proses tidak mampu memenuhi batas spesifikasi bawah (LSL).

Jika $CPU > 1.33$, proses akan mampu memenuhi batas spesifikasi atas (USL).

Jika $1.00 < CPU < 1.33$, proses masih mampu memenuhi batas spesifikasi atas (USL), namun perlu pengendalian ketat apabila CPU telah mendekati 1.00.

Jika $CPU < 1.00$, proses tidak mampu memenuhi batas spesifikasi atas (USL)