

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Kualitas

Kualitas dalam suatu perusahaan industri sangatlah penting apalagi semakin banyaknya industri-industri baru yang tumbuh maka tingkat persainganpun bertambah, untuk itu industri-industri tersebut haruslah mulai memperhatikan kualitas dari produk yang dihasilkannya, karena kualitas telah menjadi alat strategis perusahaan untuk mendapatkan posisi pasar dalam menempatkan produknya. Hal ini didukung oleh pernyataan *Brooks* (1982) bahwa kualitas sesungguhnya berawal dari penetapan pikiran tingkat manajemen yang paling tinggi. Dari pendapat tersebut dapat diketahui bahwa kualitas merupakan ujung tombak perusahaan dalam melakukan proses produksi.

Pengertian kualitas secara luas adalah bahwa kualitas merupakan kesesuaian terhadap suatu pernyataan atau spesifikasi. Pendapat para ahli lainnya tentang kualitas adalah :

1. *Crossby* (1979) yang berpendapat bahwa pengaturan kualitas yang memadai mengharuskan kita untuk melakukan pengukuran terhadap kualitas itu sendiri.

2. *Juran* (1974) mengemukakan bahwa kualitas adalah kemampuan yang digunakan. Persyaratan atau spesifikasi mewujudkan kemampuan untuk digunakan ke dalam jumlah yang terukur.

Suatu lembaga yang mempelajari standar pengukuran, *American National Standards Institute* (ANSI), menerbitkan suatu dokumen yang memberikan pembahasan yang meliputi banyak hal mengenai kualitas yaitu ANSI/ASQC A3 (1978). Didalamnya dikemukakan suatu pengertian bahwa kualitas adalah keseluruhan ciri- ciri dan karakteristik produk atau pelayanan yang berhubungan dengan kemampuannya untuk memenuhi kebutuhan yang ingin diberikan. Selanjutnya pengertian kualitas ini dapat dikelompokkan berdasarkan dua sudut pandang yang berbeda dari para ahli berikut. Dua pendapat pertama mengemukakan bahwa kualitas produk terbentuk pada proses pembuatannya. Ini berarti bahwa kualitas produk terbentuk pada proses pembuatannya. Ini berarti pengertian kualitas bersifat absolut dan hanya ditinjau dari sudut pandang pembuatannya (produsen).

Everret E. Adam Jr dan Ronald J. Ebert (1982) mengemukakan bahwa kualitas adalah derajat kesesuaian produk dengan spesifikasi desain. Sedangkan *James L. Riggs* (1976) mengemukakan bahwa kualitas produk adalah hasil spesifikasi desain yang teliti, kesesuaian dengan spesifikasi dan umpan balik tentang performansi atau kinerja produknya. Sementara itu, beberapa pendapat berikut mengemukakan hal yang bertentangan dengan pendapat dari kelompok pertama, bahwa kualitas bukanlah sifat yang

mempunyai arti absolut, dimana pengertian kualitas juga ditinjau dari sudut pandang pemakainya.

J.M. Juran dan F.M. Gryna (1979) mengemukakan bahwa kualitas suatu produk berdasarkan kemampuannya untuk digunakan, dinilai oleh konsumen. Pendapat ini menempatkan perhatian kepada keterlibatan aspek ekonomi dalam menentukan kualitas, kecuali pada perancangan kualitas tersebut.

Genichi Taguchi (1982) mengembangkan definisi tersebut dengan menyatakan bahwa suatu produk mempunyai kualitas yang ideal ketika mencapai target performansinya setiap saat produk itu digunakan, dibawah kondisi yang diinginkan serta selama waktu pemakaiannya yang diharapkan.

Philip J. Ross (1989) mengembangkan pendapat Taguchi itu dengan menambahkan bahwa kualitas suatu produk diukur berdasarkan semua karakteristiknya dan suatu produk dengan kualitas yang jelek akan menimbulkan kerugian masyarakat pemakainya selama siklus hidup produk tersebut.

K.S. Stephens (1979) menjelaskan bahwa kualitas tidak perlu kualitas yang baik, tetapi merupakan suatu hal yang diinginkan pemakai dan dapat disediakan oleh pembuatnya. Spesifikasi harus didasarkan pada apa dihasilkan oleh suatu proses secara ekonomis dengan suatu pengendalian yang layak. Untuk itu produsen dan pemakai harus bekerjasama untuk menempatkan suatu spesifikasi kualitas yang praktis, layak dan ekonomis.

Berdasarkan pengertian pengendalian dan pengertian kualitas diatas, dapat ditarik kesimpulan bahwa yang dimaksud dengan pengendalian kualitas adalah kegiatan yang bertujuan agar produk yang dihasilkan dapat memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan, sehingga jika terjadi penyimpangan dapat diambil tindakan perbaikan sehingga penyimpangan itu tidak terjadi lagi pada proses produksi berikutnya. Hal ini sesuai dengan pengertian pengendalian kualitas yang dikemukakan oleh *J.M. Juran* (1979) bahwa pengendalian kualitas adalah proses pengaturan berkala mengukur kualitas hasil aktual, membandingkannya dengan standar, dan bertindak jika ada penyimpangan.

Pendapat lain oleh *John F. Biegel* (1987) mengenai kualitas ini yaitu bahwa pengendalian kualitas adalah suatu tanggung jawab untuk menentukan kualitas bahan baku, bahan dalam proses serta barang jadi sehingga produk akhir sesuai dengan spesifikasi atau persyaratan produk yang telah ditetapkan dalam penggunaannya.

Di dalam *ANSI/SQC Standard A3* (1978) dikemukakan bahwa pengendalian kualitas adalah teknik-teknik dan kegiatan-kegiatan operasional yang memungkinkan kualitas suatu produk atau pelayanan dapat memenuhi kebutuhan yang ingin diberikan

2.2 Definisi – Definisi Pengendalian Kualitas

2.2.1 *Quality*

Adalah karakteristik total dari suatu produk (barang atau jasa) untuk memenuhi kebutuhan yang dispesifikasikan. Dengan kata lain kualitas adalah segala sesuatu yang memuaskan pelanggan atau sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan.

2.2.2 *Quality Control (QC)*

Penggunaan berbagai teknik dan aktivitas – aktivitas untuk mencapai, mempertahankan dan mengembangkan kualitas dari suatu produk atau jasa yang meliputi spesifikasi apa yang dibutuhkan, desain produk atau jasa yang memenuhi spesifikasi produksi untuk menghasilkan produk atau jasa yang memenuhi spesifikasi, inspeksi untuk menentukan kesesuaian terhadap spesifikasi dan laporan penggunaan yang menghasilkan informasi terhadap revisi dari spesifikasi apabila diperlukan.

2.2.3 *Statistical Quality Control (SQC)*

Pengendalian kualitas *statistical* adalah suatu cabang dari pengendalian kualitas yang meliputi pengumpulan, analisis dan interpretasi data yang digunakan dalam aktivitas pengendalian kualitas.

2.2.4 *Total Quality Management (TQM)*

Berasal dari kata “*Total*” yang berarti keselauruhan atau terpadu, “*Quality*” yang berarti mutu, dan “*Management*” yang diartikan pengelolaan.

Manajemen didefinisikan sebagai proses *planning, organizing, staffing, leading, dan controlling* terhadap seluruh kegiatan dalam organisasi.

Seluruh aktivitas dari fungsi manajemen secara menyeluruh yang menentukan kebijaksanaan kualitas, tujuan dan tanggung jawab, serta mengimplementasikan melalui alat – alat seperti : perencanaan kualitas (*quality planning*), pengendalian kualitas (*quality control*), dan peningkatan kualitas (*quality improvement*). Tanggung jawab untuk manajemen kualitas ada pada semua level dari manajemen, tetapi harus dikendalikan dan diarahkan oleh manajemen puncak. Implementasi manajemen puncak harus melibatkan semua anggota organisasi.

2.2.5 *Quality Assurance*

Semua tindakan terencana dan sistematis yang diimplementasikan guna memberikan kepercayaan yang cukup bahwa produk akan memuaskan kebutuhan untuk kualitas tertentu.

2.2.6 *Quality System*

Menurut *American National Standards Institute (ANSI) / American Society For Quality Control (ASQC)* standar A3 pada tahun 1987, *Quality System* adalah rencana – rencana kolektif, aktivitas – aktivitas dan kejadian – kejadian yang memberikan kepastian bahwa produk, proses atau *service* akan memberikan kebutuhan yang memuaskan.

2.2.7 *Statistical Process Control (SPC)*

Statistical Process Control merupakan suatu terminologi untuk menjabarkan penggunaan teknik-teknik statistikal (*statistical techniques*) dalam memantau dan meningkatkan performansi proses menghasilkan produk berkualitas. SPC mulai digunakan sejak tahun 1970-an.

Peta kontrol pertama kali diperkenalkan dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special - causes variation*) dan variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common - causes variation*). Pada dasarnya semua proses menampilkan variasi, namun manajemen harus mampu mengendalikan proses dengan cara menghilangkan variasi penyebab khusus dari proses itu, sehingga variasi yang melekat pada proses hanya disebabkan oleh variasi penyebab umum. Pada dasarnya peta-peta kontrol digunakan untuk :

- Menentukan apakah suatu proses berada dalam batas kendali, dengan demikian petapeta kontrol digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali, dengan semua nilai rata-rata dan *range* dari sub-subgroup contoh berada dalam batas-batas pengendalian (*control limit*), oleh karena itu variasi penyebab khusus menjadi tidak ada lagi dalam proses.
- Memantau proses secara terus menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil dan hanya mengandung variasi penyebab umum.

- Menentukan kemampuan proses (*process capability*) setelah proses berada dalam batas kendali.

2.2.7.1 Variasi Penyebab Khusus dan Umum

Dalam pelaksanaan proses produksi untuk menghasilkan suatu hasil seringkali sulit menghindari terjadinya variasi pada proses. *Gasperz* (1998) mendefinisikan variasi sebagai ketidak-seragaman dalam sistem produksi operasional sehingga perbedaan dalam kualitas hasil (barang atau jasa yang dihasilkan).

Pada dasarnya dikenal dua sumber atau penyebab timbulnya variasi, yaitu variasi penyebab khusus dan variasi penyebab umum. *Gasperz* (1998) menjelaskan lebih lanjut tentang kedua jenis variasi tersebut sebagai berikut:

1. Variasi Penyebab Khusus (*Spesial Causes of Variation*)

Adalah kejadian-kejadian di luar sistem yang mempengaruhi variasi dalam sistem. Penyebab khusus dapat bersumber dari manusia, peralatan, material, lingkungan, metoda kerja, dan lain-lain. Penyebab khusus ini mengambil pola-pola non acak sehingga diidentifikasi atau ditemukan, sebab mereka tidak selalu aktif dalam proses tetapi memiliki pengaruh yang lebih kuat pada proses sehingga menimbulkan variasi. Dalam konteks pengendalian proses menggunakan peta-peta kendali (*control charts*), jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik

pengamatan yang melewati atau keluar dari batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*defined control limits*).

2. Variasi Penyebab Umum (*Common Causes of Variation*).

Adalah faktor-faktor di dalam sistem atau yang melekat pada proses yang menyebabkan timbulnya variasi dalam sistem serta hasil-hasilnya. Penyebab umum sering disebut juga penyebab acak (*random causes*) atau penyebab sistem (*system causes*). Karena penyebab umum ini selalu melekat pada sistem, untuk menghilangkannya kita harus menelusuri elemen-elemen dalam sistem itu dan hanya pihak manajemen yang memperbaikinya, karena pihak manajemen yang mengendalikan sistem tersebut. Dalam konteks pengendalian proses dengan menggunakan peta-peta kendali (*control charts*), jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang berada dalam batas-batas pengendalian yang didefinisikan.

2.3 Jenis Data yang Digunakan pada Peta Pengendali

Pada peta pengendali menggunakan 2 macam data, yaitu :

1. Data Variabel

Data yang diperoleh berdasarkan penyebab yang terukur seperti dimensi, misalnya panjang, berat, lebar, tinggi, dll.

2. Data Atribut

Data yang diperoleh berdasarkan penyebab yang tidak dapat terukur, misalnya warna, keropos, permukaan tidak halus, patahnya benda, dll.

2.3.1 Peta Pengendali (*Control Chart*) Data Variabel

Pengendalian kualitas proses statistik untuk data variabel sering disebut juga sebagai metode peta pengendali untuk data variabel. Metode ini digunakan untuk menggambarkan variasi atau penyimpangan yang terjadi pada kecenderungan memusat dan penyebaran observasi. Metode ini juga dapat menunjukkan apakah proses dalam stabil apa tidak. Data variabel merupakan data kuantitatif yang diukur untuk keperluan analisis. Contoh : berat produk, tinggi produk, diameter produk, dan lain-lain. Untuk data variabel ada beberapa peta pengendali, diantaranya adalah:

1. Peta Pengendali Rata-rata (\bar{X}) dan Jarak (\bar{R})

Peta pengendali rata-rata dan jarak atau yang lebih dikenal dengan peta pengendali \bar{X} dan \bar{R} merupakan dua peta pengendali yang saling membantu dalam mengambil keputusan mengenai kualitas proses.

Peta pengendali rata-rata (\bar{X}) adalah peta pengendali untuk melihat apakah proses masih berada dalam batas pengendali atau tidak. Kondisi tersebut dapat dilihat dari produk yang sedang dalam proses proses

produksi dikatakan baik apabila produk yang dihasilkan berada di sekitar garis pusat (*central line*).

Untuk rata-rata sampel setiap kali observasi digunakan rumus:

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

Apabila data yang diambil sampel untuk setiap kali observasi berbeda-beda maka peta pengendali untuk setiap observasi tersebut juga berbeda-beda.

Berikut ini adalah beberapa rumus yang dipakai dalam membuat peta pengendali rata-rata (\bar{X}):

Untuk menentukan garis pusat (*central line*), digunakan rumus:

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

Untuk menentukan UCL dan LCL, digunakan rumus:

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

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

Peta pengendali jarak (\bar{R}) digunakan untuk mengetahui tingkat keakurasian atau ketepatan proses yang diukur dengan mencari *range* atau jarak dari sampel yang diambil dalam observasi seperti halnya peta

pengendali rata-rata, peta pengendali jarak juga digunakan untuk mengetahui dan menghilangkan penyebab khusus yang membuat terjadinya penyimpangan. Berikut ini adalah rumus yang dipakai dalam membuat peta pengendali jarak (\bar{R}):

Untuk menentukan jarak data sampel pada setiap kali observasi digunakan rumus:

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

Untuk menentukan garis pusat (*central line*), digunakan rumus:

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

Untuk menentukan UCL dan LCL, digunakan rumus:

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

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

Di mana:

n = banyaknya sampel dalam tiap observasi atau sub-kelompok

g = banyaknya observasi yang dilakukan

R_i = jarak untuk setiap sub-kelompok

X_i = data pada sub-kelompok atau sampel yang diambil

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

2. Peta Pengendali Rata-Rata (\bar{X}) dan Standar Deviasi (S)

Peta pengendali standar deviasi digunakan untuk mengukur tingkat keakurasian proses. Penggunaan peta pengendali standar deviasi digunakan dengan peta pengendali rata-rata. Berikut ini adalah rumus-rumus yang digunakan untuk membuat peta pengendali tersebut:

Untuk menghitung standard deviasi data untuk setiap kali observasi digunakan rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Untuk menghitung garis pusat (*central line*) digunakan rumus:

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^g Si}{g}$$

Untuk menghitung UCL dan LCL maka digunakan rumus:

$$UCL S = B4. \bar{S}$$

$$LCL S = B3. \bar{S}$$

Sementara itu, peta pengendali rata-rata yang digunakan bersamaan dengan peta pengendali standar deviasi adalah:

Untuk membuat garis pusat (*central line*) digunakan rumus:

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

Untuk membuat UCL dan LCL digunakan rumus:

$$\text{BPA } \bar{X} = \bar{\bar{X}} + A3.\bar{S}$$

$$\text{BPB } \bar{X} = \bar{\bar{X}} - A3.\bar{S}$$

n = banyaknya sampel dalam tiap observasi atau sub-kelompok

g = banyaknya observasi yang dilakukan

Si = Standard deviasi untuk setiap sub-kelompok

X_i = data pada sub-kelompok atau sampel yang diambil

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

2.3.2 Peta Pengendali (*Control Chart*) Data Atribut

Atribut dalam pengendalian kualitas menunjukkan karakteristik kualitas yang sesuai dengan spesifikasi atau tidak sesuai dengan spesifikasi. Menurut *Besterfield* (1998), atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan misalnya goresan, kesalahan, warna, atau ada bagian yang hilang. Atribut juga merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan analisis. Contoh : ketidaksesuaian warna, banyaknya jenis cacat produk, dan ketidaksesuaian spesifikasi atribut yang ditetapkan.

Ada dua kelompok besar peta pengendali kualitas statistik untuk data atribut, yaitu yang berdasarkan distribusi *poisson* dan distribusi binomial.

Yang berdasarkan distribusi *poisson*, terdapat peta pengendali c dan peta pengendali u .

Peta pengendali c menunjukkan banyaknya ketidaksesuaian dalam unit yang di inspeksi seperti mobil, pakaian,dll. Sedangkan peta pengendali u digunakan untuk bagian ketidaksesuaian setiap unit. Kelompok selanjutnya adalah yang berdistribusi *binomial*, merupakan kelompok pengendali untuk unit-unit ketidaksesuaian, seperti peta pengendali p yang menunjukkan proporsi ketidaksesuaian dalam sampel atau sub-kelompok. Peta pengendali lain dalam kelompok ini adalah peta pengendali np , peta pengendali ini digunakan untuk menghitung banyaknya ketidaksesuaian.

Untuk mengetahui proporsi kesalahan atau cacat pada sampel atau sub-kelompok untuk setiap kali melakukan observasi digunakan rumus:

$$P = \frac{x}{n}$$

Di mana:

P = proporsi kesalahan dalam tiap sampel

x = banyaknya produk yang salah dalam setiap sampel

n = banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi

1. Peta pengendali p

Digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan ,masih dalam batas yang disyaratkan. Dengan demikian peta kendali p

digunakan untuk mengendalikan proporsi unit yang tidak memenuhi syarat kualitas yang dihasilkan dalam suatu proses.

Untuk menghitung garis pusat (*central line*) digunakan rumus:

$$CLp = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^g pi}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g xi}{n.g}$$

Untuk menghitung UCL dan LCL digunakan rumus:

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

$$LCL p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Di mana:

\bar{p} = garis pusat pengendali proporsi kesalahan

pi = proporsi kesalahan tiap sampel dalam setiap observasi

n = banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi

g = banyaknya observasi yang dilakukan

2. Peta Pengendali np

Peta kendali np menggunakan ukuran banyaknya *item* yang tidak memenuhi spesifikasi dalam suatu pemeriksaan.

Untuk menentukan garis pusat (*central line*) digunakan rumus:

$$CLnp = n\bar{p} = 3\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^g xi}{g}}$$

Untuk menentukan UCL dan LCL digunakan rumus:

$$UCL_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

$$LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

Di mana:

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

x_i = banyaknya kesalahan setiap sampel atau sub kelompok dalam tiap observasi

g = banyaknya observasi yang dilakukan

3. Peta Pengendali c

Peta pengendali ini digunakan untuk mengadakan pengujian terhadap kualitas proses produksi untuk banyaknya cacat pada suatu unit produksi.

Untuk menentukan garis pusat (*central line*) digunakan rumus:

$$CL_c = \bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^g c_i}{g}$$

Untuk menentukan UCL dan LCL maka digunakan rumus:

$$UCL_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LCL_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Dimana:

\bar{c} = garis pusat

c_i = banyaknya kesalahan setiap unit produk setiap kali observasi

g = banyaknya observasi yang dilakukan

4. Peta Pengendali u

Digunakan untuk mengukur banyaknya cacat per laporan inspeksi.

Untuk menggunakan peta pengendali u terlebih dahulu harus diketahui banyaknya kesalahan untuk satu unit produk. Rumus yang digunakan adalah:

$$u_i = \frac{c_i}{n}$$

Untuk menentukan garis pusat (*central line*) maka digunakan rumus :

$$CL_u = \bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^g c_i}{ng}$$

Untuk menentukan UCL dan LCL maka digunakan rumus:

$$UCL_u = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LCL_u = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Dimana:

\bar{u} = garis pusat

C_i = banyaknya kesalahan setiap unit produk setiap kali observasi

g = banyaknya observasi yang dilakukan

n = ukuran sampel

Pengertian Pengendalian Kualitas Proses Statistik Data Atribut

Atribut dalam pengendalian kualitas menunjukkan karakteristik kualitas yang sesuai dengan spesifikasi atau tidak sesuai dengan spesifikasi. Menurut Besterfield (1998), 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. Dengan kata lain, meskipun diameter suatu pipa dapat diukur, tetapi mungkin akan lebih tepat dan mudah menggunakan ukuran baik dan tidak menentukan apakah produk tersebut sesuai dengan spesifikasi atau tidak sesuai dengan spesifikasi.

Sementara itu, definisi kesalahan atau cacat sama, kecuali berkaitan dengan penggunaan atau kepuasan. Kesalahan atau cacat akan tepat digunakan apabila evaluasi yang dilakukan berkaitan dengan penggunaan. Disisi lain, ketidaksesuaian akan tepat apabila digunakan untuk kesesuaian dengan spesifikasinya. Pengendali kualitas proses statistik untuk data atribut ini digunakan sebagai pengganti pengendali kualitas proses statistik untuk data variabel. Hal ini dapat terjadi apabila pengukuran seperti kesalahan warna, adanya bagian yang hilang, dan seterusnya tidak dapat diukur. Selain itu, dalam peta pengendali kualitas proses statistik untuk data variabel harus dihitung semua karakteristik kualitas untuk dapat dibuat peta pengendali rata – rata proses maupun tingkat keakuratan proses. Misalnya dalam perusahaan

terdapat karakteristik kualitas seperti panjang, lebar, diameter, goresan, dan seterusnya, maka harus dibuat pula 100 peta pengendali rata – rata proses dan 100 peta pengendali tingkat keakuratan proses. Hal ini yang membuat kegiatan pengendalian kualitas proses statistik tersebut mahal dan sulit diterapkan. Peta pengendali kualitas proses statistik data atribut dapat meminimalkan keterbatasan tersebut dengan menyediakan semua informasi kualitas untuk dapat mengurangi biaya.

Selanjutnya, peta pengendali kualitas proses statistik untuk data atribut dapat digunakan pada semua tingkatan dalam organisasi, perusahaan, departemen, pusat – pusat kerja, dan mesin – mesin. Namun, peta pengendali kualitas proses untuk data variabel biasanya digunakan pada tingkat terendah, yaitu mesin – mesin. Selain itu, peta pengendali kualitas proses statistik data atribut dapat membantu mengidentifikasi akar permasalahan baik pada tingkat umum maupun pada tingkat yang lebih mendetail. Sementara itu, peta pengendali kualitas proses statistik untuk data variabel biasanya digunakan untuk menentukan alasan khusus pada situasi *out of statistical control*.

Disamping berbagai kelebihan yang dimiliki oleh peta pengendali kualitas proses statistik data atribut, ada beberapa kelemahan yang dimiliki peta pengendali tersebut. Kelemahan pertama, dalam peta pengendali kualitas proses statistik data atribut tidak dapat diketahui seberapa jauh ketidaktepatan dengan spesifikasi tersebut. Kelemahan lain dari peta pengendali tersebut adalah ukuran sampel yang semakin besar akan bermasalah bila pengukuran

mahal dan proses pengujian justru menyebabkan kerusakan. Namun demikian, secara keseluruhan peta pengendali kualitas proses statistik untuk data atribut lebih sedikit memberikan informasi daripada peta pengendali kualitas proses statistik data variabel.

Selanjutnya, ada dua kelompok besar peta pengendali kualitas proses statistik untuk data atribut, yaitu yang berdasarkan distribusi Binomial dan yang berdasarkan distribusi Poisson. Yang berdasarkan distribusi Binomial merupakan kelompok pengendali untuk unit – unit ketidaksesuaian, seperti *p-chart* yang menunjukkan proporsi ketidaksesuaian dalam sampel atau sub kelompok. Proporsi ditunjukkan dengan bagian atau persen. Peta pengendali lain dalam kelompok ini adalah banyaknya ketidaksesuaian (*np-chart*). Kelompok kedua yang menggunakan distribusi Poisson, terdapat *c-chart* dan *u-chart*. *C-chart* menunjukkan bagian ketidaksesuaian dalam unit yang diinspeksi seperti mobil, pakaian, atau satu gulung kain, atau satu gulung kertas. Peta pengendali lain dalam kelompok ini adalah *u-chart* juga dapat digunakan pada situasi dimana ukuran sampel bervariasi. Kategori lain dari peta pengendali kualitas proses untuk data atribut ini berkaitan dengan kombinasi ketidaksesuaian berdasarkan bobot. Bobot ini dipengaruhi oleh banyak sedikitnya ketidaksesuaian. Jenis peta pengendali tersebut disebut dengan *u-chart* atau *demerit control chart*.

Selanjutnya, untuk menyusun peta pengendali proses statistik untuk data atribut tersebut diperlukan beberapa langkah. Menurut *Besterfield* (1998), langkah tersebut meliputi :

1. Menentukan sasaran yang akan dicapai

Sasaran ini akan mempengaruhi jenis peta pengendali kualitas proses statistik data atribut mana yang harus digunakan. Hal ini tentu saja dipengaruhi oleh karakteristik kualitas suatu produk dan proses, apakah proporsi atau banyaknya ketidaksesuaian dalam sampel atau sub kelompok, ataukah bagian ketidaksesuaian dari suatu unit setiap kali mengadakan observasi.

2. Menentukan banyaknya sampel dan banyaknya observasi

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

3. 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.

4. Menentukan garis pusat dan batas – batas pengendali

Penentuan garis pusat dan batas – batas pengendali akan ditunjukkan secara rinci pada sub bagian berikut ini, pada masing – masing peta

pengendali. Biasanya, perusahaan menggunakan $\pm 3\sigma$ sebagai batas – batas pengendalinya.

5. Merevisi garis pusat dan batas – batas pengendali

Revisi terhadap garis pusat dan batas – batas pengendali dilakukan apabila dalam peta 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 dibawah garis batas pengendali bawah apabila ditemukan penyebab khusus di dalamnya tentu juga diadakan revisi.

2.4 Metode Pemecahan Masalah

2.4.1 Daigram Pareto

Diagram Pareto merupakan diagram yang dikembangkan oleh seorang ahli yang bernama **Vilfredo Pareto** adalah alat yang digunakan untuk membandingkan berbagai kategori kejadian yang disusun menurut ukurannya untuk menentukan pentingnya atau prioritas kategori kejadian – kejadian atau sebab – sebab kejadian yang akan dianalisis, sehingga kita dapat memusatkan perhatian pada sebab – sebab yang mempunyai dampak besar terhadap kejadian tersebut. Berdasarkan hokum praktek yang berasal dari ekonomi

Itali, **Vilfredo Pareto**, bahwa 80 % dari semua masalah adalah akibat dari 20 % dari penyebab, yang dikenal sebagai prinsip Pareto atau prinsip $\frac{80}{20}$.

Penggunaan Diagram Pareto

Proses penyusunan Diagram Pareto meliputi enam langkah, yaitu :

- a. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data.
Misalnya berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian, dan sebagainya.
- b. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik – karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, unit, dan sebagainya.
- c. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
- d. Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga yang terkecil.
- e. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.
- f. Menggambar diagram batang, menunjukkan tingkat kepentingan relative masing – masing masalah.

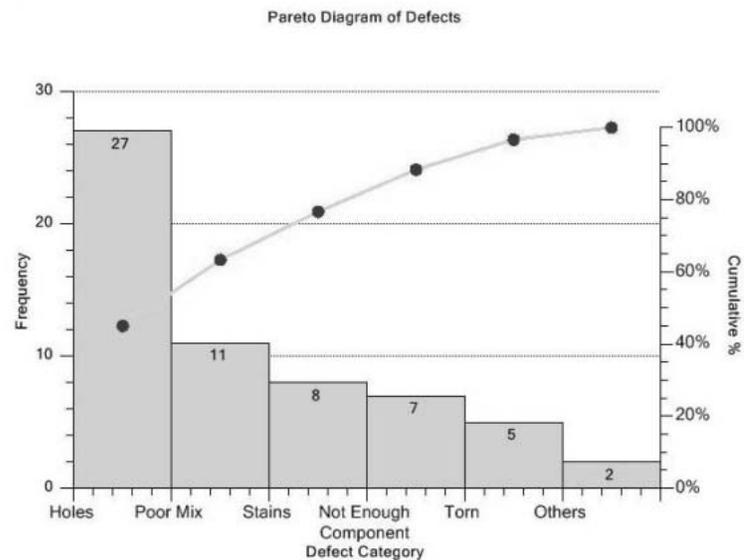


Diagram 2.1 Contoh Diagram Pareto

Pada dasarnya, Diagram Pareto dapat digunakan sebagai alat interpretasi untuk :

- a. Menentukan frekuensi relatif dan urutan pentingnya masalah – masalah atau penyebab – penyebab dari masalah yang ada.
- b. Memfokuskan perhatian pada isu – isu kritis dan penting melalui pembuatan ranking terhadap masalah – masalah atau penyebab – penyebab dari masalah itu dalam bentuk yang signifikan.

Penggunaan Diagram Pareto merupakan proses yang tidak pernah berakhir. Apabila permasalahan tersebut berhasil diselesaikan, maka diwaktu mendatang analisis Pareto dilakukan lagi dan masalah yang lain yang akan menjadi target dalam program perbaikan.

2.4.2 *Brainstorming*

Brainstorming adalah suatu cara mendorong sebanyak – banyaknya gagasan yang mungkin dengan memberikan kesempatan proses pemikiran kreatif setiap orang dalam kelompok untuk mengajukan pendapat dengan bebas dan tanpa beban. Sangat penting untuk membiarkan semua gagasan timbul ke permukaan dan diungkapkan. Ide dalam *brainstorming* tersebut dapat digunakan untuk analisis selanjutnya. Tujuan *brainstorming* adalah menghasilkan gagasan dan mengembangkan pemikiran atas masalah atau peluang tertentu.

2.4.3 *Diagram Sebab Akibat (Cause Effect Diagram / Fishbone Diagram)*

Diagram sebab akibat yang sering disebut juga dengan diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*) karena bentuknya seperti kerangka ikan atau Diagram Ishikawa (*Ishikawa's Diagram*) karena pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo pada tahun 1953, diagram sebab akibat ini bertujuan untuk memperlihatkan faktor-faktor yang paling berpengaruh pada kualitas hasil atau dengan kata lain diagram ini dipergunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu.

Pada dasarnya diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhankebutuhan berikut :

- a. Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah.
- b. Membantu membangkitkan ide – ide untuk solusi suatu masalah.
- c. Membantu dalam penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut.

Diagram sebab akibat ini menunjukkan 6 faktor yang disebut sebagai sebab dari suatu akibat. Keenam faktor itu adalah *people* (manusia), *work method* (metode kerja), *material* (bahan), *machine* (mesin), dan *environment* (lingkungan), *equipment* (peralatan), dan *measurement* (pengukuran). Diagram ini biasanya disusun berdasarkan informasi yang didapatkan dari sumbang saran atau *brainstorming*.

Langkah-langkah pembuatan diagram sebab akibat:

1. Tentukan masalah atau sesuatu yang akan diamati atau diperbaiki. Gambarkan panah dengan kotak diujung kanannya dan tulis masalah atau sesuatu yang akan diamati atau diperbaiki.
2. Cari faktor utama yang berpengaruh atau mempunyai akibat pada masalah atau sesuatu tersebut. Tuliskan dalam kotak yang telah dibuat di atas dan dibawah panah yang telah dibuat tadi.
3. Cari lebih lanjut faktor-faktor yang lebih terinci (faktor-faktor sekunder) yang berpengaruh atau mempunyai akibat pada faktor utama tersebut. Tulislah faktor-faktor sekunder tersebut di dekat atau pada panah yang menghubungkannya dengan penyebab utama.

4. Dari diagram yang sudah lengkap, carilah penyebab-penyebab utama dengan menganalisa data yang ada.

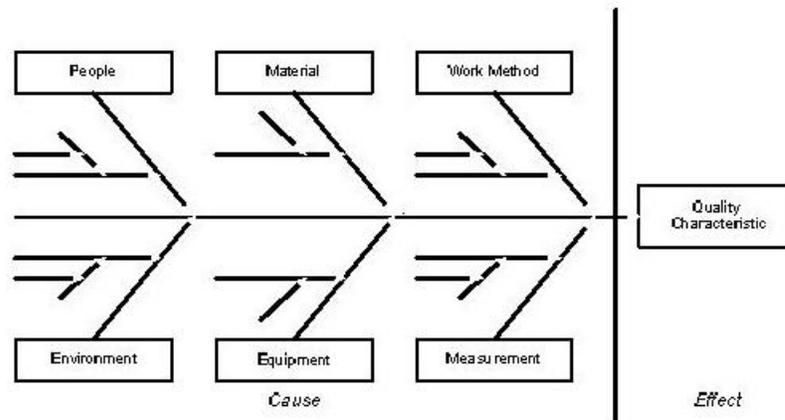


Diagram 2.2 Contoh Diagram Sebab Akibat

2.4.4 Cause Failure Mode Effect (CFME)

Ishikawa mengatakan bahwa tanda pertama dari masalah adalah gejala (*symptoms*), dan bukan penyebab (*cause*). Karena itu, perlu dipahami apa yang disebut dengan gejala (*symptoms*), penyebab (*cause*), dan akar penyebab (*root cause*). Bertanya mengapa hingga tidak ada lagi jawaban yang bisa diberikan akan mengarahkan kita untuk sampai pada akar penyebab masalah sehingga tindakan yang sesuai pada akar penyebab masalah yang ditemukan itu akan menghilangkan masalah. Berikut skema diagram CFME.

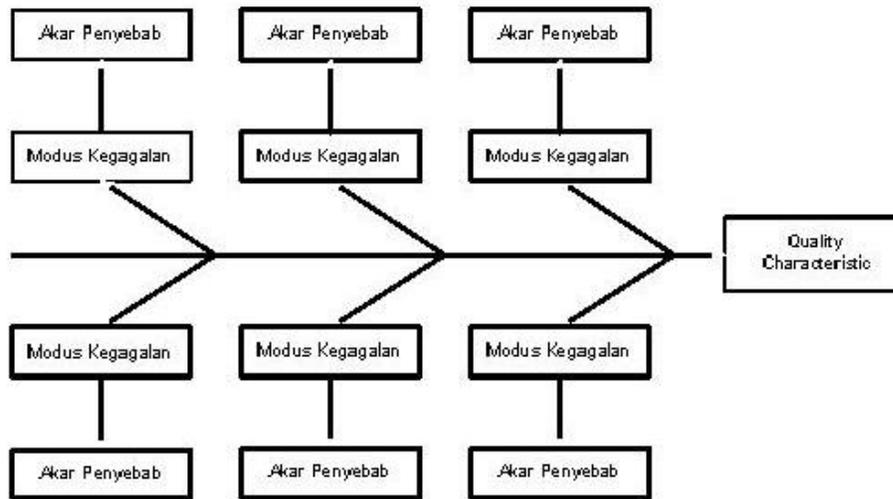


Diagram 2.3 Contoh Diagram CFME (*Cause Failure Mode Effect*)

Dan berikut adalah contoh pertanyaan untuk observasi mesin sering macet, untuk menemukan akar penyebab masalah :

Tabel 2.1 Contoh Pertanyaan untuk Menemukan Akar Penyebab Masalah

(Observasi : Mesin sering macet)

No.	Bertanya Mengapa	Jawaban
1	Mengapa mesin sering macet?	Sebab sekering sering putus karena beban terlalu besar
2	Mengapa beban terlalu besar ?	Sebab pemberian minyak pelumas tidak cukup
3	Mengapa pemberian minyak pelumas tidak cukup ?	Sebab pompa penyalur minyak pelumas tidak bekerja dengan baik
4	Mengapa pompa penyalur minyak pelumas tidak bekerja dengan baik ?	Sebab sumbu pompa tidak berfungsi
5	Mengapa sumbu pompa tidak berfungsi ?	Sebab minyak pelumas kotor masuk ke dalamnya

Cause Failure Mode Effect (CFME) merupakan pengembangan dari diagram sebab akibat dan digunakan untuk mendeteksi akar penyebab permasalahan. Data untuk pembuatan CFME merupakan data yang digunakan dalam diagram sebab akibat. CFME dibuat dari hasil *brainstorming* dan bentuknya sangat sederhana. Untuk tiap penyebab pada diagram sebab akibat dicari lagi apa penyebabnya sebagai akar penyebab, dengan terus menerus bertanya mengapa hal tersebut terjadi hingga tidak ada lagi jawaban yang dapat diberikan. Hasil CFME akan mempermudah pembuatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). CFME bertujuan untuk membantu mengidentifikasi efek, modus kegagalan, dan akar penyebab.

2.4.5 *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

2.4.5.1 Sejarah FMEA

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) pertama kali dimunculkan dari sebuah studi yang dilakukan oleh NASA pada tahun 1963. FMEA kemudian tersebar pada industri manufaktur mobil, yang digunakan untuk mengukur dan menunjukkan kemungkinan potensi – potensi cacat pada tahap perancangan suatu produk, sehingga produk yang cacat tidak sampai ke tangan konsumen. Metode FMEA didasarkan atau dilandasi oleh suatu *brainstorming* (pengungkapan pendapat) yang sistematis yang ditujukan untuk menyikap kegagalan yang mungkin terjadi di dalam suatu sistem atau proses. Hal itu sangat penting mengingat keandalan dengan tingkat tinggi

sangat diharapkan bisa tercapai pada tahap proses produksi, bahkan pada tahap awal perancangan atau disain dan tindakan korektif yang rumit dan membutuhkan biaya banyak pada saat tahap akhir produksi atau pada saat setelah penjualan diharapkan tidak terjadi, mengingat hal ini melibatkan kedua unsur penting yang kriteria – kriteria keandalan yang diinginkan konsumen dengan kekurangan – kekurangan yang potensial yang ada didalam proses operasi.

2.4.5.2 Filosofi Dasar dari FMEA

Filosofi dari FMEA adalah “CEGAH SEBELUM TERJADI”. FMEA baik sekali digunakan pada sistem manajemen mutu untuk jenis industri manapun. Standar ISO/TS-16949 (standar sistem manajemen mutu untuk industri automotive) mensyaratkan dilakukannya FMEA pada saat perancangan produk maupun perancangan proses produksi. ISO-9001 tidak secara explicit mensyaratkan dilakukannya FMEA. Meski begitu, baik sekali bila perusahaan menerapkannya untuk memenuhi persyaratan tentang tindakan pencegahan.

2.4.5.3 Pengertian FMEA

Failure Mode and Effect Analysis adalah sebuah teknik yang berfungsi untuk mengidentifikasi; pertama, modus kegagalan yang potensial dari suatu produk selama siklus hidupnya; kedua, efek yang ditimbulkan dari kegagalan

ini; dan, ketiga, tingkat kekritisannya dari efek kegagalan ini dalam penggunaan produk.

Dengan kata lain, FMEA dapat dijelaskan sebagai sebuah kelompok aktivitas yang meliputi :

- Mengenali dan mengevaluasi kegagalan dari produk atau proses dan efek yang ditimbulkan.
- Mengidentifikasi tindakan yang dapat mengeliminasi atau mengurangi kemungkinan kegagalan.
- Mendokumentasikan proses.

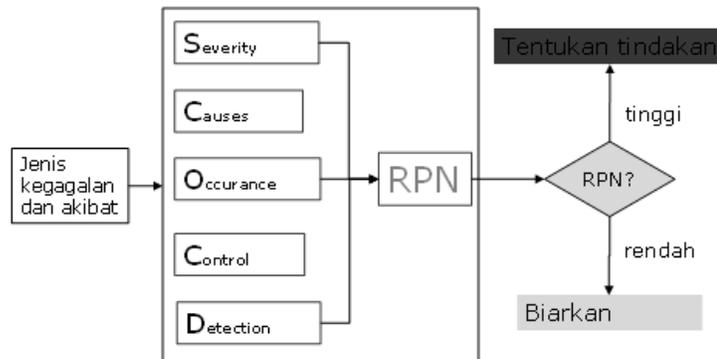
Tujuan utama dari FMEA adalah untuk menemukan dan memperbaiki permasalahan utama yang terjadi pada setiap tahapan dari desain dan proses produksi untuk mencegah produk yang tidak baik sampai ke tangan pelanggan, yang dapat membahayakan reputasi perusahaan.

FMEA terbagi menjadi dua kategori FMEA, yaitu :

- *Design* FMEA (DFMEA), adalah sebuah prosedur untuk mengidentifikasi bahwa material yang tepat digunakan, untuk memenuhi spesifikasi yang diinginkan konsumen, dan meyakinkan bahwa peraturan pemerintah telah dipenuhi, sebelum mengakhiri produk desain.
- *Process* FMEA (PFMEA), yaitu berkenaan dengan proses manufacturing dan *assembly*. Proses FMEA mengidentifikasi setiap kegagalan potensial

yang mungkin disebabkan proses *manufacturing / assembly*, mesin, alat Bantu, dan cara berproduksi.

Pembentukan Tingkat resiko



Gambar 2.1 Pembentukan Tingkat Resiko untuk Metode FMEA

Dalam penulisan tugas akhir ini, yang digunakan adalah *Process FMEA*. Hal – hal yang harus diidentifikasi dalam *process FMEA* adalah :

1) Fungsi proses

Merupakan gambaran dari proses produksi yang akan dianalisa beserta dengan penjelasan secara singkat fungsi dari proses tersebut. Jika prosesnya ada beberapa operasi dengan potensi kegagalan yang berbeda, daftarkan operasi sebagai proses terpisah.

2) Jenis kegagalan yang terjadi

Potensi kegagalan proses yang diidentifikasi adalah proses yang terjadi gagal dalam memenuhi persyaratan proses.

- 3) Efek dari kegagalan yang terjadi
Akibat yang ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi terhadap konsumen maupun efek terhadap kelangsungan proses selanjutnya.
- 4) *Severity*
Nilai tingkat keparahan dari akibat yang ditimbulkan terhadap konsumen maupun terhadap kelangsungan proses selanjutnya secara tidak langsung juga merugikan. Makin parah efek yang ditimbulkan, makin tinggi nilai *rating* yang diberikan.
- 5) Penyebab kegagalan
Penyebab kegagalan didefinisikan sebagai penjelasan mengapa kegagalan – kegagalan pada proses tersebut bisa terjadi.
- 6) *Occurrence*
Seberapa sering kemungkinan penyebab kegagalan terjadi. Nilai *occurrence* ini diberikan untuk setiap penyebab kegagalan. Makin sering penyebab kegagalan terjadi, makin tinggi *rating* yang diberikan.
- 7) Kontrol yang dilakukan
Kontrol yang dilakukan untuk mendeteksi penyebab kegagalan yang terjadi.
- 8) *Detectability*
Seberapa jauh penyebab kegagalan dapat dideteksi. Makin sulit mendeteksi kegagalan yang terjadi, makin tinggi nilai *rating* yang diberikan.

2.4.5.4 Keuntungan FMEA

Design FMEA (produk) dan *process* FMEA dapat memberikan keuntungan sebagai berikut :

1. Mengharuskan tinjauan sistematis bentuk – bentuk kesalahan komponen untuk memastikan bahwa beberapa kesalahan menghasilkan kerusakan minimal pada produk atau proses.
2. Menentukan pengaruh yang mungkin akan dimiliki oleh beberapa kesalahan terhadap item – item lain terhadap produk atau proses.
3. Menentukan suku cadang dari produk atau proses yang kesalahannya akan memiliki pengaruh kritis terhadap produk atau operasi proses (yang menghasilkan kerusakan tersebar) dan yang bentuk kesalahannya akan menghasilkan pengaruh merugikan.
4. Memberikan data *input* untuk studi *trade off* untuk menetapkan keefektifan dari perubahan dalam produk atau proses yang diajukan atau untuk menentukan pengaruh memungkinkan dari modifikasi untuk produk atau proses yang ada.
5. Menentukan bagaimana komponen tingkat tinggi dari produk atau proses dapat diterapkan untuk komponen reliabilitas tinggi, *redundancy*, atau keduanya.
6. Menghapuskan atau meminimalkan pengaruh buruk yang dapat ditimbulkan oleh kesalahan *assembly* dan menunjukkan perlindungan

untuk dipadukan jika produk atau proses tidak dapat dibuat aman kegagalan atau dibawa dalam batas kesalahan yang dapat diterima.

7. Membantu menemukan kerusakan, salah pengaturan, dan *error* yang mungkin telah terjadi.
8. Membantu mengurangi waktu pengembangan dan biaya proses produksi dengan membatasi banyak bentuk potensial terutama untuk proses dan dengan menetapkan uji yang tepat untuk membuktikan produk yang dirancang.
9. Memberikan pelatihan untuk pegawai baru.
10. Mengamati kemajuan proyek dan berkomunikasi dengan professional lain yang mungkin memiliki masalah – masalah yang sama.