

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Pagar Merbau

Pada awal berdirinya Perkebunan Nasional Pagar Merbau adalah di bawah naungan PTP IX . Awalnya PTP IX hanya menanam tembakau sebagai hasil utama. Namun sesuai dengan izin disifikasi usaha dari Menteri Pertanian dengan surat keputusan No.393/KPTS/UM/1970 tanggal 6 Agustus 1970 untuk Kebun Pagar Merbau dan Kebun Kuala Namu maka kebun tembakau dikonversikan menjadi kebun kelapa sawit. Kebun tembakau yang dikonversikan adalah kebun dengan jenis tanah yang digolongkan kelas tiga untuk tembakau yang produksinya rendah disebabkan penyakit layu yang tinggi. Dengan kata lain jika perkebunan tersebut dipertahankan untuk penanaman akan menimbulkan kerugian terus menerus.

PKS Pagar Merbau direncanakan pada tahun 1974 oleh Direksi PTP IX. Pada tahun 1975 pembangunan pabrik dimulai dengan kapasitas produksi awal 30 ton TBS (Tandan Buah Segar) per jam dari yang direncanakan 60 Ton per jam. Sebagai supplier adalah USINE DE WECKER, Luxemburg (UDW), dan dalam hal ini menunjuk PT. Atmindo Medan sebagai sub Kontraktor yang melakukan sebagian besar Pabrikasi. Sedang pekerjaan lain diluar supplier UDW seperti Water Treatment Plant, Laboratorium, Work Shop, Incenerator, Kantor., Drainase dan lain lain dipekerjakan oleh pemborong lokal, Untuk menjamin Suplpy berkualitas baik, PT Nrada Konsultan Bandung ditunjuk sebagai Konsultan PT Perkebunan IX.

Penyelesaian pembangunan pabrik pada akhir November 1976 dan kemudian dilakukan Individu test, pemanasan perlahan lahan , pembersihan dan trial run. Pada awal Januari 1977 pabrik mulai beroperasi secara berangsur angsur untuk kemudian mencapai kapasitas penuh (30 ton/jam) pada awal Pebruari 1977 dan dilanjutkan dengan commissioning pada akhir Februari 1977.

Pabrik Kelapa Sawit Pagar Merbau diresmikan secara simbolis oleh Bapak Presiden Republik Indonesia Suharto pada tanggal 4 April 1977 dengan penandatanganan prasasti di Perkebunan Adolina PT Perkebunan IV .

Dalam usaha peningkatan Kapasitas pabrik dari 30 ton TBS/jam menjadi 60 ton TBS/jam telah dibangun secara bertahap Instalasi kedua (second Line) mulai tahun 1983 dan selasai tahun 1985.

PKS Pagar Marbau salah satu unit milik PTP Nusantara – II yang berjarak \pm 35 Km dari kota Medan terletak pada Desa Pagar Marbau III Kecamatan Pagar Marbau Kabupaten Deli Serdang, Propinsi Sumatra Utara. PKS Pagar Marbau berada pada posisi \pm 6 Km dari arah tenggara kota Lubuk Pakam, ibu kota kabupaten Deli Serdang $2^{\circ}57' - 3^{\circ}16'$ Lintang Utara (LU) dan $93^{\circ}33' - 99^{\circ}27'$ Bujur Timur (BT), jenis tanah lempung, berada pada ketinggian 10 – 50 meter dari permukaan air laut dan secara umum topografi daerah merupakan daerah datar dengan derajat kemiringan 0 – 8 %. PKS Pagar Marbau dengan iklim tropis, suhu berkisar antara $25,7 - 28,4^{\circ}\text{C}$ dan curah hujan rata rata 138 mm/bulan

2.1.1 Proses Produksi

Tujuan dari proses produksi ini adalah untuk mengolah bahan baku Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit sehingga diperoleh minyak dan inti dengan mutu yang memenuhi standar yang berlaku.

Pada umumnya proses pengolahan kelapa sawit menjadi CPO dibagi menjadi 6 tahapan (stasiun) yaitu :

1) Stasiun Penerimaan Buah (*Reception Station*)

Setelah buah disortir pihak sortasi, buah dimasukkan kedalam *ramp cage* . Ketika *ramp cage* dibuka maka buah otomatis masuk ke lori sampai penuh dengan muatan 3.3 – 3.5 ton. Kemudian lori yang berisi buah dimasukkan kedalam *sterilizer*.

2) Stasiun Rebusan (*Sterilizing Station*)

Sterilisasi adalah proses perebusan dalam suatu bejana yang disebut *sterilizer*. Adapun fungsi perebusan adalah :

- a. Mematikan enzim
- b. Memudahkan lepasnya brondolan dari tandan
- c. Mengurangi kadar air dalam buah
- d. Melunakkan mesokarp sehingga memudahkan proses pelumatan.
- e. Memudahkan lepasnya *kernel* dari cangkang.

Proses perebusan dilakukan dengan sistem 3 *peak* (3 puncak tekanan) yaitu $1,5 \text{ Kg/cm}^2$, $2,0 \text{ Kg/cm}^2$ dan $2,8-3,0 \text{ Kg/cm}^2$ dengan waktu total perebusan 90 menit.

3) Stasiun Bantingan (*Threshing Station*)

Setelah perebusan, TBS yang telah masak diangkut dengan menggunakan *hoisting crane* ke *auto feeder*. Pada stasiun ini buah dipisahkan antara brondolan dan tandannya dengan prinsip bantingan. *Thresher* mempunyai kecepatan putaran 22 – 25 rpm.

4) Stasiun Press (*Pressing Station*)

Brondolan yang jatuh ke *conveyor* diangkut ke dalam *digester*. *Digester* berfungsi untuk melumat buah sehingga daging buah terlepas dan mudah untuk diperas. *Digester* memiliki putaran 25 – 26 rpm dengan suhu 90 – 95 °C. Buah yang telah dilumat kemudian diperas di *screw press* sehingga dihasilkan minyak mentah. Minyak hasil mesin *press* kemudian menuju ke *sand trap tank* untuk pengendapan. Hasil lain adalah ampas yang terdiri dari *fiber* dan biji yang akan dipisahkan dengan menggunakan *cake breaker conveyor*.

5) Stasiun Pengolahan Biji (*Kernel silo Station*)

Ampas *press* dari *screw press* masuk ke *cake breaker conveyor* (CBC). CBC berfungsi untuk mengurai gumpalan *fiber* dan *nut* dan membawanya ke *depericarper*. Di *depericarper* fraksi ringan yang berupa *fiber* dihisap dengan *fiber cyclone* untuk dibawa ke *hopper* sebagai bahan bakar. Sedangkan fraksi berat berupa *nut* turun kebawah masuk ke *polishing drum*. Di *polishing drum* terjadi pergesekan yang mengakibatkan serabut yang masih menempel pada *nut* terkikis dan terpisah. *Nut* yang telah dipisahkan dibawa ke *nut silo* untuk mengurangi kadar air sehingga mudah untuk dipecah dan inti lekang dari cangkangnya. Kemudian biji masuk ke *ripple mill* untuk dipecah sehingga inti terpecah dari cangkang. Setelah dipecahkan inti yang masih bercampur dengan kotoran dibawa ke *kernel grading drum*. Pada *kernel grading drum* ini disaring antara *nut*, *shell* dan kotoran dengan *nut* yang belum terpecahkan. Untuk *nut shell* dan kotoran lolos dari saringan dibawa ke LTDS sementara untuk *nut* atau yang tertahan dikembalikan ke *nut conveyor*. Pada LTDS terjadi pemisahan dimana fraksi ringan berupa cangkang dan serabut akan dihisap oleh LTDS *cyclone* menuju *shell hopper*. Inti dan sebagian cangkang yang belum terpecahkan, dipisahkan lagi pada *clay bath*. Di *clay bath* terjadi pemisahan inti dan cangkang menggunakan larutan CaCO_3 dan air dengan prinsip perbedaan berat jenis. Berat jenis *kernel* basah = 1.07 dan berat jenis cangkang 1.15 – 1.20, maka untuk memisahkannya dibuat larutan dengan berat jenis 1.12. Bagian yang ringan (*kernel*) akan mengapung dan bagian yang berat (cangkang) akan tenggelam. *Kernel* yang telah dipisahkan akan dibawa ke *kernel silo* untuk pengeringan sampai kadar air 7%.

6) Stasiun Pemurnian Minyak (*Clarification Station*)

Minyak mentah hasil pressan masuk ke *sand trap tank*, disini partikel dengan densitas yang tinggi akan diendapkan dalam suatu bejana berbentuk silinder tegak. Minyak pada bagian atas *sand trap tank* dialirkan ke *vibrating screen* untuk dilakukan penyaringan secara getar untuk memisahkan padatan seperti serabut, pasir, tanah dan kotoran lainnya yang masih terikut pada *sand trap tank*. Padatan yang tertahan akan dikembalikan ke *digester* sedangkan minyak dipompakan ke *crude oil tank*. *Crude oil tank* (COT) berfungsi sebagai penampungan sementara sebelum dialirkan ke *oil purifier*. Minyak dari COT dialirkan ke *Continous settling tank* (CST) dimana sebelumnya dilewatkan ke *buffer tank* untuk mengatur aliran minyak CST tidak terlalu kencang. CST bertujuan untuk mengendapkan *sludge* berdasarkan berat jenis. Minyak pada bagian atas CST dikutip dengan bantuan *skimmer* menuju *oil tank* sedangkan *sludge* yang mengandung minyak pada bagian bawah dialirkan ke *sludge vibrating screen* sebelum ke *sludge oil tank*. *Sludge* dan pasir yang mengendap didasar CST di *blowdown* untuk dibawa ke *sludge drain tank*. Minyak dari CST yang dibawa ke *oil tank* yang merupakan tempat penampungan sementara kemudian dialirkan ke *oil purifier* untuk dilakukan pemurnian. Pemurnian bertujuan untuk mengurangi kadar air dan kadar kotoran berdasarkan perbedaan densitas dengan menggunakan gaya sentrifugal. Minyak akan terpisah dari air dan kotoran menuju ke *vacuum drier*, sedangkan kotoran dan air akan dibawa ke *fat pit*. Minyak hasil pemisahan yang masuk ke *vacuum drier* akan dipisahkan dari kandungan air yang masih dikandungnya sehingga menjadi minyak murni dengan kandungan air yang sangat rendah. Minyak hasil pemurnian ini kemudian dibawa ke *storage tank*.

2.2 Definisi Mutu

Dalam dunia industri baik industri jasa maupun manufaktur mutu adalah faktor kunci yang membawa keberhasilan bisnis, pertumbuhan dan peningkatan posisi bersaing. mutu adalah keseluruhan karakteristik produk dan jasa dari pemasaran, rekayasa, pembikinan, dan pemeliharaan yang membuat produk dan jasa yang digunakan memenuhi harapan-harapan pelanggan. Harapan disini mencakup kemudahan perawatan, kemudahan dalam penggunaannya, desain yang baik, harga yang ekonomis, daya tahan dan ketersediaan produk tersebut.

Pengendalian mutu adalah penggunaan teknik-teknik dan aktivitas- aktivitas untuk mencapai, mempertahankan dan meningkatkan mutu suatu produk atau jasa. Pengendalian mutu juga dapat dikatakan yaitu suatu proses pengaturan secara standar yang telah ditentukan, dan melakukan tindakan tertentu jika terdapat perbedaan. Maksud dari kebanyakan pengukuran mutu ini adalah menentukan dan mengevaluasi tingkat di mana produk atau jasa mendekati keinginan atau harapan dari konsumen.

2.3 Mutu Minyak Sawit

Produksi minyak sawit setiap tahunnya tetap meningkat dan akan terus meningkat untuk tahun-tahun selanjutnya. Keadaan ini menggambarkan persaingan industry minyak sawit akan semakin ketat. Daya saing suatu produk akan semakin kuat jika mutu dapat memenuhi keinginan konsumen. Untuk peningkatan mutu perlu dilakukan pengendalian mutu sehingga produk dapat bersaing.

Mutu minyak sawit sudah dituangkan dalam standar perdagangan menggunakan klasifikasi berupa kadar asam lemak bebas (ALB), kadar air dan kadar kotoran. Kalau dilihat dari faktor mutu yang diuji yaitu kadar ALB, kotoran dan air masih terlalu sedikit belum menggambarkan karakteristik minyak sawit sebenarnya yang merupakan dasar utama dalam persaingan. Dengan demikian klasifikasi mutu yang digunakan tidak dapat dipertahankan terlalu lama karena persaingan komoditi sawit dengan jenis yang sama semakin ketat. Oleh sebab itu perlu dilakukan jaminan mutu dan standar mutu yang mampu bersaing di pasar dunia.

Tabel 2.1. Mutu Produksi Minyak Sawit

Mutu Produksi Minyak Sawit	
Kadar ALB (%)	3.50 max
Kadar Air (%)	0.15 max
Kadar Kotoran (%)	0.02 max
Peroksida (%)	5.00 max
Bil Anisida (%)	5.00 max
Dobi (%)	2.50 max
Bil Iod (%)	51 max
Fe (besi) ppm	5 max
Cu (tembaga) ppm	0.30 max
Titik Cair (°C)	39 - 41

2.3.1 Kadar Asam Lemak Bebas

Asam lemak bebas adalah asam yang dibebaskan pada hidrolisa dari lemak atau minyak. Daging kelapa sawit mengandung enzim lipase yang dapat menyebabkan kerusakan pada mutu minyak ketika struktur seluler terganggu. Enzim yang berada di dalam jaringan daging buah tidak aktif karena terselubung oleh lapisan vakuola, sehingga tidak dapat berinteraksi dengan minyak yang banyak terkandung pada daging buah. Masih aktif di bawah 15 °C dan non aktif dengan temperature di atas 50 °C. Apabila trigliserida (minyak) bereaksi dengan air maka menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol.

Variabel yang sangat berpengaruh terhadap asam lemak bebas yaitu :

1. Pengaruh Temperature

Enzim lipase yang merupakan enzim pembentuk asam lemak bebas pada kelapa sawit aktif pada suhu 8 – 50 °C. Untuk itu perlu dilakukan pemanasan untuk menonaktifkan enzim tersebut sehingga tidak terjadi pembentukan asam lemak bebas yang lebih banyak lagi.

2. Pengaruh Penambahan Air

Air mempunyai pengaruh pada reaksi yang terjadi, dimana air membantu terjadinya kontak antara enzim dan minyak.

3. Pengaruh Pelukaan dan Pengadukan Buah

Enzim lipase tidak berada dalam minyak tapi dalam serat. Tingkat pelukaan buah dan pengadukan sangat berpengaruh terhadap proses hidrolisa karena akan membantu terjadinya kontak antara enzim dan minyak.

4. Pengaruh Kematangan Buah

Proses pematangan buah akan menghasilkan minyak, akan tetapi proses pematangan tidak akan serempak. Semakin tinggi kadar minyak dalam buah maka proses hidrolisa secara enzimatik akan semakin cepat terjadi.

5. Pengaruh Lama Penyimpanan

Secara alami asam lemak bebas akan terbentuk seiring berjalannya waktu, baik karena aktifitas mikroba maupun hidrolisa dengan bantuan katalis enzim.

2.3.2 Kadar Air

Air dalam minyak hanya dalam jumlah kecil. Hal ini dapat terjadi karena proses alami sewaktu pembuahan dan akibat perlakuan di pabrik serta penimbunan. Air yang terdapat di dalam

minyak dapat ditentukan dengan cara penguapan. Kadar air yang terkandung dalam minyak tergantung pada efektifitas pengolahan kelapa sawit menjadi CPO dan juga tergantung pada kematangan buah. Buah yang terlalu matang akan mengandung air yang lebih banyak.

Kadar air yang kecil dari 0.15% dalam minyak akan memudahkan terjadinya proses oksidasi dalam minyak tersebut. Proses oksidasi ini dapat terjadi dengan adanya oksigen di udara yang akan menyebabkan minyak mempunyai rasa dan bau tidak enak (ketengikan) akibatnya mutu minyak menjadi turun.

Jika kadar air dalam minyak besar dari 0.15% maka akan menyebabkan hidrolisa minyak yang menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol.

2.3.3 Kadar Kotoran

Kadar kotoran adalah keseluruhan bahan asing yang tidak larut pada pelarut yang ditetapkan (pelarut organik) dibawah kondisi operasi tertentu. Pengotor yang tidak terlarut dinyatakan sebagai persen zat pengotor terhadap minyak atau lemak.

Kotoran yang terdapat dalam minyak terdiri dari 3 golongan :

1. Kotoran yang tidak terlarut dalam minyak seperti abu atau mineral yang terdiri dari Fe, Cu, Mg dan Ca.
2. Kotoran yang berbentuk suspensi koloid dalam minyak terdiri dari fosfolipid, senyawa yang mengandung nitrogen dan senyawa kompleks lainnya.
3. Kotoran yang terlarut dalam minyak terdiri dari asam lemak bebas, sterol, hidrokarbon, mono dan digliserida, aldehyd, keton, resin dan zat lain yang belum teridentifikasi.

2.4 Analisis Pengendalian Mutu

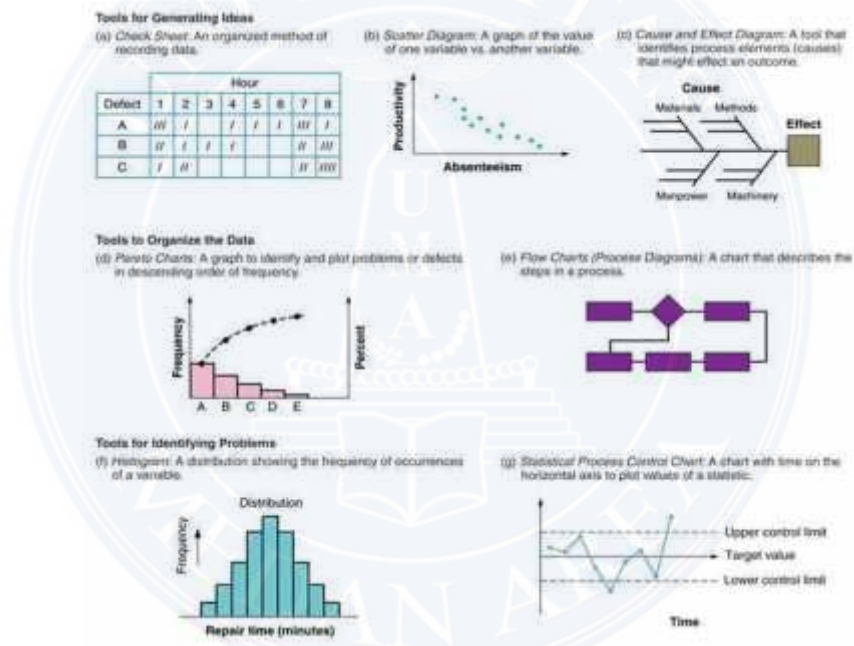
Pengendalian mutu merupakan suatu system verifikasi dan penjagaan/ perawatan dari suatu tingkat/derajat mutu produk atau proses yang dikehendaki dengan perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi yang terus menerus serta tindakan korektif bilamana diperlukan. Jadi pengendalian mutu tidak hanya kegiatan inspeksi ataupun menentukan apakah produk itu baik (*accept*) atau (*reject*).

Pengendalian mutu dilakukan mulai dari proses input informasi/bahan baku dari pihak *marketing* dan *purchasing* hingga bahan baku tersebut masuk ke pabrik dan bahan baku itu diolah di pabrik (fase transformasi) yang akhirnya dikirim ke pelanggan. Bahkan pengendalian mutu

juga dilakukan setelah adanya purna jual. Untuk memenuhi semua kebutuhan ini tentunya perlu adanya berbagai macam *tool* yang mampu merepresentasikan data yang dibutuhkan dan menganalisa data tersebut hingga didapat suatu kesimpulan (Rosnani Ginting, 2007)

2.5 Alat-alat Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu secara statistik dengan menggunakan SQC (*Statistical Qualitying Control*) mempunyai 7 (tujuh) alat statistik utama yang dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mengendalikan mutu sebagaimana disebutkan juga oleh Heizer dan Render dalam bukunya Manajemen Operasi (2006; 263-268), antara lain yaitu; *check Sheet*, histogram, peta kendali, diagram pareto, diagram sebab akibat, *scatter diagram*, dan diagram proses.



Gambar 2.1. Alat Pengendalian Mutu

1. Lembar Pemeriksaan (*Check Sheet*)

Lembar pemeriksaan atau *Check Sheet* merupakan alat pengumpul dan penganalisis data yang disajikan dalam bentuk tabel yang berisi data jumlah barang yang diproduksi dan jenis ketidaksesuaian beserta dengan jumlah yang dihasilkannya.

Tujuan digunakannya *check sheet* ini adalah untuk mempermudah proses pengumpulan data dan analisis, serta untuk mengetahui area permasalahan berdasarkan frekuensi dari jenis atau penyebab dan mengambil keputusan untuk melakukan perbaikan atau tidak. Pelaksanaannya dilakukan dengan cara mencatat frekuensi munculnya karakteristik suatu produk yang

berkenaan dengan mutunya. Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengadakan analisis masalah mutu.

Adapun manfaat dipergunakannya *check sheet* yaitu sebagai alat untuk :

- a. Mempermudah pengumpulan data terutama untuk mengetahui bagaimana suatu masalah terjadi.
- b. Mengumpulkan data tentang jenis masalah yang sedang terjadi.
- c. Menyusun data secara otomatis sehingga lebih mudah untuk dikumpulkan.
- d. Memisahkan antara opini dan fakta.

2. Diagram Sebar (*Scatter Diagram*)

Scatter Diagram atau disebut juga dengan peta korelasi adalah grafik yang menampilkan hubungan antara dua variabel apakah hubungan antara dua variabel tersebut kuat atau tidak, yaitu antara faktor proses yang mempengaruhi proses dengan mutu produk. Pada dasarnya diagram sebar (*scatter diagram*) merupakan suatu alat interpretasi data yang digunakan untuk menguji bagaimana kuatnya hubungan antara dua variabel dan menentukan jenis hubungan dari dua variabel tersebut, apakah positif, negatif, atau tidak ada hubungan. Dua variabel yang ditunjukkan dalam diagram sebar dapat berupa karakteristik kuat dan faktor yang mempengaruhinya.

3. Diagram Sebab-akibat (*Cause and Effect Diagram*)

Diagram ini disebut juga diagram tulang ikan (*fishbone chart*) dan berguna untuk memperlihatkan faktor-faktor utama yang berpengaruh pada kualitas dan mempunyai akibat pada masalah yang kita pelajari. Selain itu, kita juga dapat melihat faktor-faktor yang lebih terperinci yang berpengaruh dan mempunyai akibat pada faktor utama tersebut yang dapat kita lihat pada panah-panah yang berbentuk tulang ikan.

Diagram sebab-akibat ini pertama kali dikembangkan pada tahun 1950 oleh seorang pakar mutu dari Jepang yaitu Dr. Kaoru Ishikawa yang menggunakan uraian grafis dari unsur-unsur proses untuk menganalisa sumber-sumber potensial dari penyimpangan proses.

Faktor-faktor penyebab utama ini dapat dikelompokkan dalam :

1. *Material* (bahan baku).
2. *Machine* (mesin).
3. *Man* (tenaga kerja).
4. *Method* (metode).

5. *Environment* (lingkungan).

Adapun kegunaan dari diagram sebab-akibat adalah :

- a. Membantu mengidentifikasi akar penyebab masalah.
- b. Menganalisa kondisi yang sebenarnya yang bertujuan untuk memperbaiki peningkatan mutu.
- c. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah.
- d. Membantu dalam pencarian fakta lebih lanjut.
- e. Mengurangi kondisi-kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk dengan keluhan konsumen.
- f. Menentukan standarisasi dari operasi yang sedang berjalan atau yang akan dilaksanakan.
- g. Merencanakan tindakan perbaikan.

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

- a. Mengidentifikasi masalah utama.
- b. Menempatkan masalah utama tersebut disebelah kanan diagram.
- c. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada diagram utama.
- d. Mengidentifikasi penyebab minor dan meletakkannya pada penyebab mayor.
- e. Diagram telah selesai, kemudian dilakukan evaluasi untuk menentukan penyebab sesungguhnya.

4. Diagram Pareto (*Pareto Analysis*)

Diagram pareto pertama kali diperkenalkan oleh Alfredo Pareto dan digunakan pertama kali oleh Joseph Juran. Diagram pareto adalah grafik balok dan grafik baris yang menggambarkan perbandingan masing-masing jenis data terhadap keseluruhan. Dengan memakai diagram pareto, dapat terlihat masalah mana yang dominan sehingga dapat mengetahui prioritas penyelesaian masalah. Fungsi Diagram pareto adalah untuk mengidentifikasi atau menyeleksi masalah utama untuk peningkatan mutu dari yang paling besar ke yang paling kecil.

5. Diagram Alir/Diagram Proses (*Quality Flow Chart*)

Diagram alir secara grafis menunjukkan sebuah proses atau sistem dengan menggunakan kotak dan garis yang saling berhubungan. Diagram ini cukup sederhana, tetapi

merupakan alat yang sangat baik untuk mencoba memahami sebuah proses atau menjelaskan langkah-langkah sebuah proses.

6. Histogram

Histogram adalah suatu alat yang membantu untuk menentukan variasi dalam proses. Berbentuk diagram batang yang menunjukkan tabulasi dari data yang diatur berdasarkan ukurannya. Tabulasi data ini umumnya dikenal dengan distribusi frekuensi. Histogram menunjukkan karakteristik-karakteristik dari data yang dibagi-bagi menjadi kelas-kelas. Histogram dapat berbentuk “normal” atau berbentuk seperti lonceng yang menunjukkan bahwa banyak data yang terdapat pada nilai rata-ratanya. Bentuk histogram yang miring atau tidak simetris menunjukkan bahwa banyak data yang tidak berada pada nilai rata-ratanya tetapi kebanyakan data nya berada pada batas atas atau bawah.

7. Peta Kendali

Peta kendali adalah suatu alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas/proses berada dalam pengendalian mutu secara statistika atau tidak sehingga dapat memecahkan masalah dan menghasilkan perbaikan mutu. Peta kendali menunjukkan adanya perubahan data dari waktu ke waktu, tetapi tidak menunjukkan penyebab penyimpangan meskipun penyimpangan itu akan terlihat pada peta kendali.

Manfaat dari peta kendali adalah untuk :

1. Memberikan informasi apakah suatu proses produksi masih berada di dalam batas-batas kendali mutu atau tidak terkendali.
2. Memantau proses produksi secara terus menerus agar tetap stabil.
3. Menentukan kemampuan proses (*capability quality*).
4. Mengevaluasi *performance* pelaksanaan dan kebijaksanaan pelaksanaan proses produksi.
5. Membantu menentukan kriteria batas penerimaan mutu produk sebelum dipasarkan.

Peta kendali digunakan untuk membantu mendeteksi adanya penyimpangan dengan cara menetapkan batas-batas kendali :

1. *Upper Control Limit* / batas kendali atas (UCL), merupakan garis batas atas untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan.
2. *Central Line* / garis pusat atau tengah (CL), merupakan garis yang

melambangkan tidak adanya penyimpangan dari karakteristik sampel.

3. *Lower Control Limit* / batas kendali bawah (LCL), merupakan garis batas bawah untuk suatu penyimpangan dari karakteristik sampel.

Out of Control adalah suatu kondisi dimana karakteristik produk tidak sesuai dengan spesifikasi perusahaan ataupun keinginan pelanggan dan posisinya pada peta kontrol berada di luar kendali. Tipe-tipe *out of control* meliputi :

1. Aturan satu titik

Terdapat satu titik data yang berada di luar batas kendali, baik yang berada diluar UCL maupun LCL, maka data tersebut *out of control*.

2. Aturan tiga titik

Terdapat tiga titik data yang berurutan dan dua diantaranya berada didaerah A, baik yang berada di daerah UCL maupun LCL, maka satu dari data tersebut *out of control*, yakni data yang berada paling jauh dari *central control limits*.

3. Aturan lima titik

Terdapat lima titik data yang berurutan dan empat diantaranya berada di daerah B, baik yang berada di daerah UCL maupun LCL, maka satu dari data tersebut *out of control*, yakni data yang berada paling jauh dari *central control limits*.

4. Aturan delapan Titik

Terdapat delapan titik data yang berurutan dan berada berurutan di daerah C dan di daerah UCL maka satu data tersebut *out of control*, yakni data yang berada paling jauh dari *central control limits*.

Peta kontrol berdasarkan jenis data yang digunakan dapat dibedakan menjadi dua, yakni :

1. Peta kontrol Variabel

- A. Peta untuk rata-rata (*x-bar chart*)

Diagram X adalah diagram yang mana data yang dianalisis adalah nilai rata-rata sub kelompok data. Diagram X digunakan untuk memonitor, mengendalikan dan menganalisis nilai rata-rata (*mean*) dari kuantitas yang diamati dalam sebuah proses yang menggunakan nilai kontinu seperti panjang, berat, diameter dll. Simbol X adalah simbol atas suatu besaran yang dapat diukur.

Langkah-langkah untuk membuat peta kendali X adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan harga rata-rata \bar{X} . nilai rata-rata \bar{X} didapat dengan rumus:

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

Dimana:

\bar{X} = jumlah rata – rata dari nilai rata – rata subgroup

\bar{X}_i = nilai rata – rata sub group ke-i

g = jumlah sub group

- b. Batas kendali untuk peta \bar{X} ini adalah:

$$BKA = \bar{X} + A_2 R$$

$$BKB = \bar{X} - A_2 R$$

Dimana:

BKA = batas kendali atas

BKB = batas kendali bawah

A_2 = nilai koefisien

R = selisih harga X_{maks} dan X_{min}

- c. Menggambar peta \bar{X} menggunakan batas kendali dan sebaran data \bar{X} .

B. Peta untuk rentang (R chart)

Diagram R adalah diagram yang memonitor penyebaran (*dispersion*) kuantitas yang diamati dalam sebuah proses. Pada pembahasan sebelumnya telah kita lihat bahwa jika yang menjadi perhatian utama adalah rata-rata variabel hasil proses, maka digunakan diagram kontrol \bar{x} untuk melakukan pengontrolan mutu. Tetapi, dalam suatu proses sering pula berubah bukan saja dalam rata-ratanya, melainkan juga dalam variasinya.

Langkah-langkah penentuan garis sentral yakni sebagai berikut:

- a. Menentukan rentang rata-rata

Untuk menentukan rentang rata-rata dapat digunakan dengan rumus:

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

Dimana:

\bar{R} = jumlah rata – rata dari nilai rata – rata subgroup

R_i = nilai rata – rata subgroup ke-i

g = jumlah subgroup

b. Batas kendali untuk peta X ini adalah:

$$\text{BKA} = D_4 R$$

$$\text{BKB} = D_3 R$$

Dimana:

$$\text{BKA} = \text{batas kendali atas}$$

$$\text{BKB} = \text{batas kendali bawah}$$

$$D_4 \text{ dan } D_3 = \text{nilai koefisien}$$

c. Menggambarkan garis R dan garis batas kendali pada peta serta sebaran data Range (R)

2. Peta kontrol Atribut, terdiri dari :

- a. Peta p, yaitu peta kontrol untuk mengamati proporsi atau perbandingan antara produk yang cacat dengan total produksi, contohnya : baik-buruk, bagus-jelek.
- b. Peta c, yaitu peta kontrol untuk mengamati jumlah kecacatan per total produksi.
- c. Peta u, yaitu peta kontrol untuk mengamati jumlah kecacatan per unit produksi.

2.6 Langkah-langkah Pengendalian Mutu

Standarisasi sangat diperlukan sebagai tindakan pencegahan untuk memunculkan kembali masalah mutu yang pernah ada dan telah diselesaikan. Hal ini sesuai dengan konsep pengendalian mutu berdasarkan sistem manajemen mutu yang berorientasi pada strategi pencegahan, bukan pada strategi pendeteksian saja. Berikut ini adalah langkah-langkah yang sering digunakan dalam analisis dan solusi masalah mutu.

1. Memahami kebutuhan peningkatan mutu.

Langkah awal dalam peningkatan mutu adalah bahwa manajemen harus secara jelas memahami kebutuhan untuk peningkatan mutu. Manajemen harus secara sadar memiliki alasan-alasan untuk peningkatan mutu dan peningkatan mutu merupakan suatu kebutuhan yang paling mendasar. Tanpa memahami kebutuhan untuk peningkatan mutu, peningkatan mutu tidak akan pernah efektif dan berhasil. Peningkatan mutu dapat dimulai dengan mengidentifikasi masalah mutu yang terjadi atau kesempatan peningkatan apa yang mungkin dapat dilakukan. Identifikasi masalah dapat dimulai dengan mengajukan beberapa pertanyaan dengan menggunakan alat-alat bantu dalam peningkatan mutu seperti *brainstromming*, *check Sheet*, atau diagram Pareto.

2. Menyatakan masalah mutu yang ada

Masalah-masalah utama yang telah dipilih dalam langkah pertama perlu dinyatakan dalam suatu pernyataan yang spesifik. Apabila berkaitan dengan masalah mutu, masalah itu harus dirumuskan dalam bentuk informasi-informasi spesifik jelas tegas dan dapat diukur dan diharapkan dapat dihindari pernyataan masalah yang tidak jelas dan tidak dapat diukur.

3. Mengevaluasi penyebab utama

Penyebab utama dapat dievaluasi dengan menggunakan diagram sebab- akibat dan menggunakan teknik *brainstroming*. Dari berbagai faktor penyebab yang ada, kita dapat mengurutkan penyebab-penyebab dengan menggunakan diagram pareto berdasarkan dampak dari penyebab terhadap kinerja produk, proses, atau sistem manajemen mutu secara keseluruhan.

4. Merencanakan solusi atas masalah

Diharapkan rencana penyelesaian masalah berfokus pada tindakan- tindakan untuk menghilangkan akar penyebab dari masalah yang ada. Rencana peningkatan untuk menghilangkan akar penyebab masalah yang ada diisi dalam suatu formulir daftar rencana tindakan.

5. Melaksanakan perbaikan

Implementasi rencana solusi terhadap masalah mengikuti daftar rencana tindakan peningkatan mutu. Dalam tahap pelaksanaan ini sangat dibutuhkan komitmen manajemen dan karyawan serta partisipasi total untuk secara bersama-sama menghilangkan akar penyebab dari masalah mutu yang telah teridentifikasi.

6. Meneliti hasil perbaikan

Setelah melaksanakan peningkatan mutu perlu dilakukan studi dan evaluasi berdasarkan data yang dikumpulkan selama tahap pelaksanaan untuk mengetahui apakah masalah yang ada telah hilang atau berkurang. Analisis terhadap hasil-hasil temuan selama tahap pelaksanaan akan memberikan tambahan informasi bagi pembuatan keputusan dan perencanaan peningkatan berikutnya.

7. Menstandarisasikan solusi terhadap masalah

Hasil-hasil yang memuaskan dari tindakan pengendalian mutu harus distandarisasikan, dan selanjutnya melakukan peningkatan terus- menerus pada jenis masalah yang lain. Standarisasi dimaksudkan untuk mencegah masalah yang sama terulang kembali.

8. Memecahkan masalah selanjutnya

Setelah selesai masalah pertama, selanjutnya beralih membahas masalah selanjutnya yang belum terpecahkan (jika ada).

2.7 Pengertian *Statistical Quality Control*

Statistical Quality Control merupakan sebuah teknik statistik yang digunakan secara luas untuk memastikan bahwa proses memenuhi standar. Dengan kata lain, selain *Statistical Quality Control* merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mengawasi standar, membuat pengukuran dan mengambil tindakan perbaikan selagi sebuah produk atau jasa sedang diproduksi.

Manfaat *Statistical Quality Control*

Menurut Sofjan Assauri (1998:223), manfaat/keuntungan melakukan pengendalian mutu secara statistik adalah :

1. Pengawasan (*control*), di mana penyelidikan yang diperlukan untuk dapat menetapkan *statistical control* mengharuskan bahwa syarat-syarat mutu pada situasi itu dan kemampuan prosesnya telah dipelajari hingga mendetail. Hal ini akan menghilangkan beberapa titik kesulitan tertentu, baik dalam spesifikasi maupun dalam proses.
2. Pengerjaan kembali barang-barang yang telah *scrap-rework*. Dengan dijalankan pengontrolan, maka dapat dicegah terjadinya penyimpangan- penyimpangan dalam proses. Sebelum terjadi hal-hal yang serius dan akan diperoleh kesesuaian yang lebih baik antara kemampuan proses (*quality capability*) dengan spesifikasi, sehingga banyaknya barang- barang yang diapkir (*scrap*) dapat dikurangi sekali. Dalam perusahaan pabrik sekarang ini, biaya-biaya bahan sering kali mencapai 3 sampai 4 kali biaya buruh, sehingga dengan perbaikan yang telah dilakukan dalam hal pemanfaatan bahan dapat memberikan penghematan yang menguntungkan.
3. Biaya-biaya pemeriksaan, karena *Statistical Quality Control* dilakukan dengan jalan mengambil sampel-sampel dan mempergunakan *sampling techniques*, maka hanya sebagian saja dari hasil produksi yang perlu untuk diperiksa. Akibatnya maka hal ini akan dapat menurunkan biaya- biaya pemeriksaan.

2.8 Data Atribut dan Data Variabel

1. Data Atribut

Atribut dalam pengendalian proses menunjukkan karakteristik mutu yang sesuai atau tidak dengan spesifikasinya. Menurut Besterfield (1998), atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan, misalnya goresan, kesalahan, warna atau ada bagian yang hilang. Data atribut merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari data atribut karakteristik mutu adalah ketiadaan label pada kemasan, banyaknya jenis cacat. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit-unit yang ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan. Pada umumnya data atribut digunakan dalam peta kendali p, np, c, dan u.

2. Data Variabel

Data variabel merupakan data kuantitatif yang diukur untuk keperluan analisis. Contoh dari data variabel karakteristik mutu adalah diameter pipa, ketebalan produk, berat produk dan lain-lain. Ukuran-ukuran berat, panjang, tinggi, diameter, volume biasanya merupakan data variabel.

Pengendalian mutu untuk data variabel sering disebut dengan metode peta kendali 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 kondisi stabil atau tidak. Peta kontrol yang umum digunakan untuk data variabel adalah peta kendali X dan peta kendali R.

2.9 Uji Kenormalan Data

Uji kenormalan data berguna untuk memetukan data yang telah dikumpulkan berdistribusi normal atau diambil dari populasi normal. Uji kenormalan data yang digunakan yaitu chi square atau *goodness of fit test*. Pada uji ini data dibagi kedalam beberapa interval kelas, kemudian dihitung probabilita masing-masing interval. Probabilita dihitung dengan menggunakan distribusi normal dengan rata-rata \bar{X} dan standar deviasi sebagai estimator dari μ dan σ .

Statistik uji yang digunakan adalah statistic *chi square*.

Hipotesa : H_0 = data berdistribusi normal

H_1 = data tidak berdistribusi normal

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \sim \chi^2(\alpha, k - 3)$$

- Dimana,
- α = tingkat kepercayaan
 - K = banyaknya interval
 - O_i = jumlah observasi pada interval ke- i
 - E_i = jumlah harapan pada interval ke- i ($E_i = n \cdot P_i$)
 - n = jumlah observasi
 - P_i = probabilitas observasi pada interval ke- i yang dihitung dengan menggunakan distribusi normal

Keputusan : Jika $\chi^2 > \chi(\alpha, k-3) \rightarrow$ tolak H_0

$\chi^2 \leq \chi(\alpha, k-3) \rightarrow$ terima H_1

2.10 Metode *Statistical Quality Control*

Statistical Quality Control merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor. Mengendalikan, menganalisis, mengelola dan memperbaiki produk dan proses menggunakan metode-metode statistik. *Statistical Quality Control* sering disebut *Statistical Process Control*. *Statistical Quality Control* dan *Statistical Process Control* memang merupakan dua istilah yang saling dipertukarkan, yang apabila dilakukan bersama-sama maka pemakai akan melihat gambaran kinerja proses masa kini dan masa mendatang. Hal ini disebabkan *Statistical Process Control* dikenal sebagai alat yang bersifat *online* untuk menggambarkan apa yang sedang terjadi dalam proses saat ini. *Statistical Quality Control* menyediakan alat-alat *offline* untuk mendukung analisis dan pembuatan keputusan yang membantu menentukan apakah proses dalam keadaan stabil dan dapat diprediksi setiap tahapannya, hari demi hari, dan dari pemasok ke pemasok.

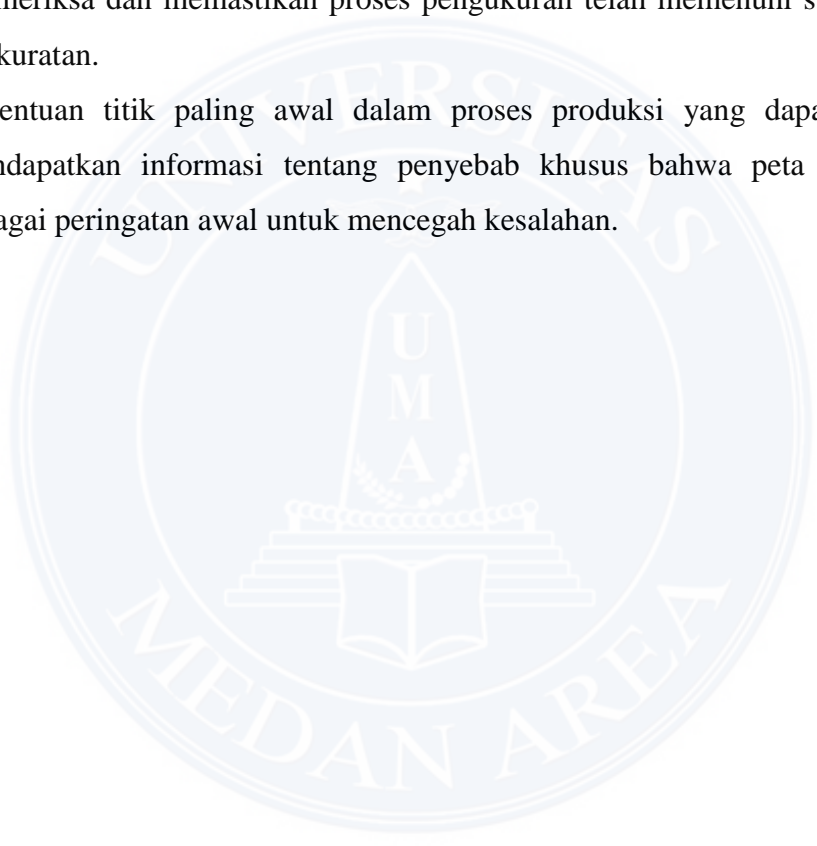
Statistical Quality Control secara garis besar digolongkan menjadi dua, yaitu *Statistical Process Control* atau yang sering disebut dengan peta kendali dan rencana penerimaan sampel produk atau yang sering dikenal dengan *acceptance sampling*.

Statistical Quality Control juga dapat dibagi dua golongan menurut jenis datanya, yaitu data variabel dan data atribut. Namun demikian data variabel tidak dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik mutu seperti banyaknya kesalahan atau persentase kesalahan suatu proses. Data variabel dapat menunjukkan seberapa jauh penyimpangan dari standar proses,

sementara data atribut tidak dapat menunjukkan informasi tersebut.

Terdapat beberapa langkah dalam menyusun peta kendali yaitu :

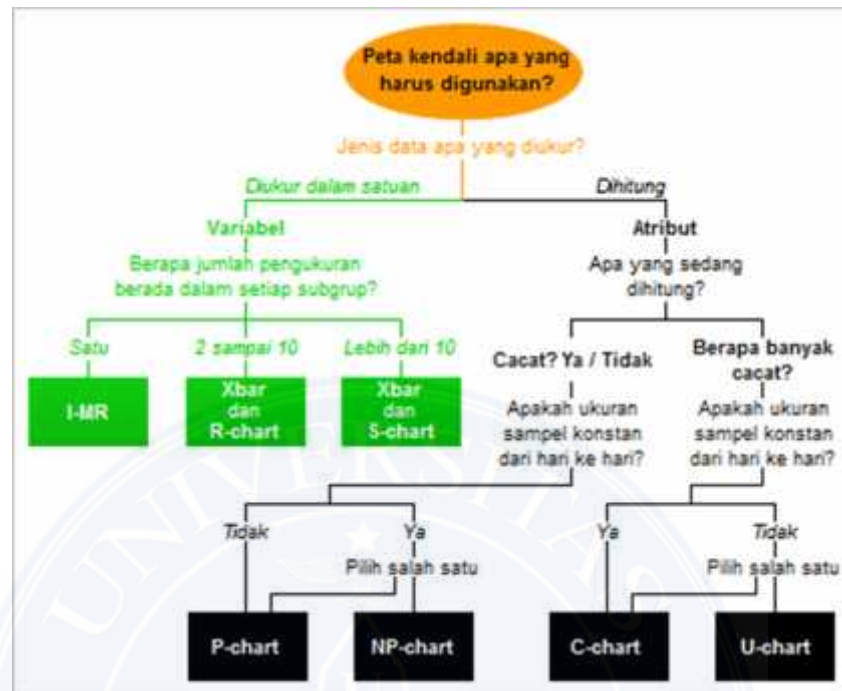
1. Memilih karakteristik yang akan direncanakan, meliputi :
 - a. Memberikan prioritas tinggi pada karakteristik yang dijalankan saat ini dengan tingkat kesalahan yang paling tinggi.
 - b. Mengidentifikasi variable-variabel proses dan kondisi-kondisi yang dapat memberikan kontribusi dalam karakteristik produk akhir.
 - c. Memeriksa dan memastikan proses pengukuran telah memenuhi syarat ketepatan dan keakuratan.
 - d. Penentuan titik paling awal dalam proses produksi yang dapat dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang penyebab khusus bahwa peta kendali digunakan sebagai peringatan awal untuk mencegah kesalahan.



2. Memilih jenis peta kendali yang akan digunakan.

Tabel 2.2. Penentuan Peta Kendali Data Variabel dan Data Atribut

Pengukuran statistik	Peta kendali untuk data variabel	Peta kendali untuk data atribut (%)	Peta kendali untuk data atribut (jumlah)
Jenis data yang dibutuhkan	Data variable (pengukuran nilai-nilai karakteristik)	Data atribut (banyaknya unit produk yang cacat)	Data atribut (banyaknya kesalahan pada setiap unit produk)
Gambaran penerapan secara umum	Pengendalian karakteristik individu	Pengendalian seluruh bagian kesalahan proses	Pengendalian seluruh kesalahan tiap unit produk
Manfaat yang penting	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penggunaan secara maksimum informasi yang tersedia dari data 2. Penyediaan informasi secara mendetail pada data-data proses dan penyimpanan dari pengendalian dimensi-dimensi individu 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Data yang dibutuhkan seringkali sudah tersedia dari laporan inspeksi 2. Mudah dipahami seluruh personil 3. Menyediakan seluruh gambaran mutu 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Data yang dibutuhkan seringkali telah tersedia dari laporan inspeksi 2. Mudah dipahami seluruh personil 3. Menyediakan seluruh gambaran mutu
Kelemahan yang perlu diingat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak dapat dipahami tanpa pelatihan 2. Dapat menyebabkan kebingungan untuk membedakan antara batas-batas pengendalian dengan batas-batas toleransi 3. Tidak dapat digunakan pada tipe data cacat atau baik 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak menyediakan informasi secara mendetail untuk pengendalian karakteristik individu 2. Tidak mengenal tingkat kesalahan yang berbeda pada unit-unit produk tersebut 	Tidak menyediakan informasi secara mendetail untuk pengendalian karakteristik individu
Ukuran sampel	Biasanya 4 atau 5 unit setiap kali observasi atau setiap subkelompok	Menggunakan hasil inspeksi tertentu atau sampel dari 25,50,100 unit, dan seterusnya	Beberapa unit produk yang telat seperti 100 m kawat atau seperangkat TV



Gambar 2.2. Bagan Alur Pengambilan Keputusan untuk Memilih Peta Kendali

3. Menentukan garis pusat (*central line*) yang merupakan rata-rata data masa lalu atau rata-rata yang dikehendaki. Garis batas tersebut biasanya berada pada $\pm 3\sigma$, tetapi garis batas lain juga dapat dipilih berdasarkan risiko statistik yang berbeda.
4. Pemilihan sub kelompok. Tiap titik pada peta kendali menunjukkan sub kelompok yang berasal dari beberapa unit produk. Untuk tujuan pengendalian proses, sub kelompok harus dipilih, sehingga unit-unit yang ada dalam sub kelompok mempunyai kemungkinan terbesar menjadi serupa dan unit-unit diantara sub kelompok memiliki kemungkinan besar menjadi berbeda.
5. Penyediaan system pengumpulan data. Jika peta pengendali untuk alat pengendali diwajibkan, maka harus dibuat sederhana dan memenuhi pemakaian.
6. Penghitungan batas pengendali dan penyediaan instruksi-instruksi khusus dalam interpretasi terhadap hasil dan tindakan para karyawan produksi tersebut.
7. Penempatan data dan membuat interpretasi terhadap hasilnya.

2.11 Analisis Kemampuan Proses

Analisis kemampuan proses merupakan suatu tahapan yang harus dilakukan dalam mengadakan *Statistical Quality Control*. Situasi yang menjadi bahan pertimbangan adalah proses produksi berada dalam batas pengendalian (*in control*) tetapi produk yang dihasilkan tidak memenuhi spesifikasi atau proses produksi yang berada diluar batas pengendalian (*out of control*) tetapi produk yang dihasilkan justru memenuhi spesifikasi. Kemampuan proses yang berkenaan dengan keseragaman proses, sehingga variabilitas merupakan ukuran keseragaman proses.

Yang perlu diingat adalah analisis kemampuan proses harus dilakukan hanya apabila proses berada dalam batas pengendali statistik (*in statistical control*). Dengan kata lain di dalam proses tersebut, penyebab penyimpangan adalah penyebab umum. Identifikasi adanya sebab khusus membuat langkah analisis keapabilitas proses terhenti dan melakukan tindakan perbaikan.

Sementara itu, dalam analisis kemampuan proses ada dua asumsi penting yang digunakan dalam membentuk analisis kemampuan proses dengan data kontinyu, yaitu proses berada dalam batas pengendali statistik dan distribusi proses adalah distribusi normal. Hal ini disebabkan apabila proses tidak berada dalam batas pengendali statistik, proses tidak dapat diperkirakan kemampuannya dari sudut pandang pelanggan. Selain itu, kemampuan proses juga diartikan sebagai variabilitas proses yang bukan disebabkan oleh sebab khusus tetapi karena sebab umum.

Analisis kemampuan proses membedakan kesesuaian dengan batas-batas toleran. Oleh karena itu, ada dua kondisi yang mungkin terjadi, yaitu :

1. Jika rata-rata proses dalam batas pengendali dan berada dalam batas spesifikasi, atau
2. Berada dalam batas pengendali tetapi tidak berada dalam batas spesifikasi.

Kemampuan proses biasanya ditunjukkan dengan formulasi $\pm 3\sigma$ atau 6σ , dimana σ menunjukkan penyimpangan standar deviasi proses yang berada pada kondisi *in statistical control* tanpa ada perubahan atau penyimpangan.

Cara membuat analisis kemampuan proses, antara lain :

1. Indeks Kemampuan Proses C_p

$$C_p = \frac{BSA - BSB}{6\sigma}$$

dimana BSA (Batas spesifikasi atas) dan BSB (Batas spesifikasi bawah)

2. Indeks Kemampuan Proses C_{pk}

Indeks kemampuan proses C_{pk} ini memperhatikan kondisi rata-rata proses (μ) berbeda dengan C_p yang mengukur kemampuan potensial. Rata-rata proses tersebut diasumsikan sama

dengan titik tengah dari batas-batas spesifikasi dan proses berada pada kondisi *in statistical control*. Kenyataannya nilai rata-rata tidak selalu berada ditengah, sehingga perlu mengetahui variasi dan lokasi rata-rata proses. Nilai Cpk mewakili kemampuan sesungguhnya dari suatu proses dan parameter nilai tertentu.

$$Cpk = \min \left\{ \frac{BSA - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - BSB}{3\sigma} \right\},$$

Dimana,

- BSA = Batas spesifikasi atas
- BSB = Batas spesifikasi bawah
- μ = rata-rata proses

$Cpk < 1$ berarti proses tidak memuaskan

Cpk 1 sampai 1.16 berarti proses relative sama atau berada ditengah kemampuan

$Cp > 1$ berarti proses menunjukkan kemampuan yang tinggi

