

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian kualitas

Kualitas memiliki kaitan yang sangat erat dengan dunia perindustrian, baik industri barang maupun jasa. Definisi dari kualitas sendiri bermacam-macam, karena hampir setiap ahli memiliki teori sendiri-sendiri mengenai hal ini. Menurut (Davis, 1994) kualitas didefinisikan sebagai suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan. Kemudian menurut *American Society for Quality* yang dikutip oleh (Jay Heizer, 2005), kualitas adalah keseluruhan corak dan karakteristik dari produk atau jasa yang berkemampuan untuk memenuhi kebutuhan yang tampak jelas maupun tersembunyi.

Dalam ISO 8402 (*Quality vocabulary*), kualitas didefinisikan sebagai totalitas dari karakteristik suatu produk yang menunjang kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dispesifikasikan atau ditetapkan. Kualitas seringkali diartikan sebagai kepuasan pelanggan atau konformasi terhadap kebutuhan atau persyaratan (*conformance to the requirement*) (Gaspersz, 2001). Namun berbeda dengan definisi kualitas dari ISO 8402, dalam teorinya Stephen Uselac menegaskan bahwa kualitas bukan hanya mencakup produk dan jasa, tetapi juga meliputi proses, lingkungan, dan manusia (Fandy Tjiptono, 2003).

Berdasarkan beberapa definisi-definisi diatas, meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang dapat diterima secara universal, terdapat beberapa kesamaan dari masing-masing pengertian tersebut, antara lain (Fandy Tjiptono, 2003) :

1. Kualitas meliputi usaha memenuhi dan melebihi harapan pelanggan.
2. Kualitas mencakup produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan.
3. Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah.

2.2 Pengendalian Kualitas

Menurut (Montgomery, 1990) pengendalian kualitas adalah aktivitas pengendalian proses untuk mengukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkannya dengan spesifikasi atau persyaratan yang ada dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dengan standar yang telah ditetapkan. Sedangkan menurut Standar Industri Jepang (JIS), pengendalian kualitas adalah suatu sistem tentang metode produksi yang secara ekonomis memproduksi barang atau jasa yang bermutu yang memenuhi kebutuhan konsumen.

Dalam buku Pengantar Teknik Industri (Purnomo, 2004), aktivitas pengendalian kualitas pada umumnya meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut.

1. Pengamatan terhadap performansi suatu produk atau proses.
2. Membandingkan performansi yang ditampilkan dengan standar yang berlaku.
3. Mengambil tindakan-tindakan bila terdapat penyimpangan-penyimpangan yang cukup signifikan, dan jika perlu membuat tindakan untuk mengoreksinya.

Dengan demikian, pengendalian kualitas merupakan kegiatan terpadu mulai dari standar mutu bahan, standar proses produksi, barang setengah jadi, barang jadi, sampai dengan standar pengiriman produk ke konsumen agar barang atau jasa yang diproduksi sesuai dengan kualitas yang direncanakan.

Seiring dengan terus berkembangnya peradaban manusia, maka standar kualitas akan kebutuhan yang ditetapkan oleh manusia itu sendiri akan semakin meningkat. Disinilah pengendalian kualitas produk memegang peranan penting dalam upaya memenuhi kebutuhan konsumen yang selalu mencari barang maupun jasa yang nilai gunanya lebih sempurna dan baik.

2.3 Pengendalian Kualitas Statistik

Pengendalian kualitas statistik adalah alat bantu manajemen menggunakan penyelesaian secara statistik yang digunakan sebagai pengontrol kualitas, karena pada dasarnya tidak ada dua produk yang dihasilkan oleh suatu proses produksi itu sama persis. Variasi produk amat sangat mungkin terjadi, sehingga untuk mengurangi resiko produk yang dihasilkan jauh dibawah standar yang ditetapkan perusahaan, maka pengendalian kualitas statistik mutlak diperlukan. Mengingat banyaknya jumlah produk yang mampu diproduksi, terutama dalam proses produksi skala besar, pengujian seluruh produk merupakan hal yang tidak mungkin dilakukan. Maka dari itu perlu adanya pengujian sampel dengan menggunakan metode-metode statistik.

Dengan pengendalian kualitas statistik maka dapat dilakukan analisis dan meminimalkan penyimpangan atau kesalahan, mengkuantifikasikan kemampuan proses dan membuat hubungan antara konsep dan teknik yang ada untuk mengadakan perbaikan proses. Keberhasilan dalam pengendalian proses statistik sangat dipengaruhi oleh tiga faktor, yakni sistem pengukuran, sistem pelatihan yang tepat, dan komitmen manajemen (Dorothea, 2003).

Menurut (Praptono, 1986) tujuan kontrol kualitas secara statistik adalah untuk memenuhi permintaan konsumen. Dalam hal ini, maksud dari permintaan konsumen adalah akhir kegunaan suatu produk dan harga jual suatu produk. Lebih lanjut hal ini dijabarkan dalam bentuk spesifikasi ukuran, ciri-ciri operasi, ongkos produk, syarat produksi untuk menghasilkan produk yang dikehendaki.

Terdapat dua jenis data yang biasa digunakan dalam pengendalian kualitas statistik, yaitu :

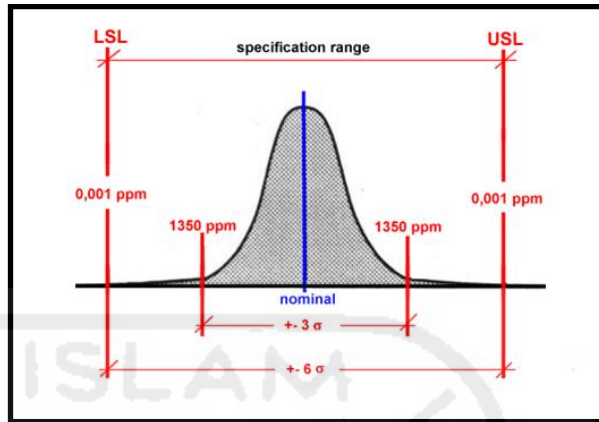
1. Data Atribut, adalah data kualitatif yang dihitung menggunakan daftar pencacahan (*tally*) untuk keperluan pencatatan dan analisis. Sering disebut juga dengan data kuantitatif yang bersifat diskrit. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit nonkonformans atau ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan, misalnya banyaknya cacat produk, tidak adanya label kemasan, maupun banyaknya keluhan pelanggan atas produk.
2. Data variabel, adalah data kuantitatif yang diukur menggunakan alat pengukuran tertentu guna keperluan pencatatan dan analisis. Data ini bersifat kontinu. Data variabel biasanya diperoleh dari hasil pengukuran terhadap sampel, misalnya diameter pipa, berat kemasan makanan ringan, dan lain-lain.

2.4 Six Sigma

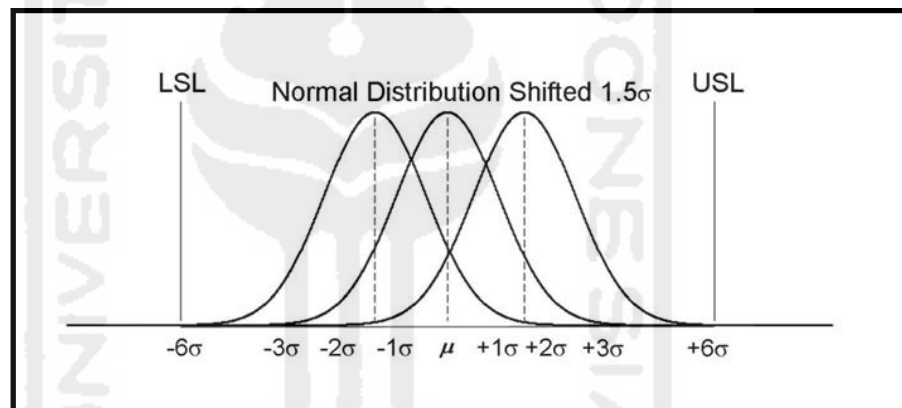
2.4.1 Pengertian Six Sigma

Six sigma adalah sebuah metode pengendalian kualitas statistik yang pertama kali dikembangkan oleh perusahaan Motorola pada tahun 1986. Perusahaan ini menargetkan terjadinya kegagalan per satu juta kesempatan (DPMO) atau kesempatan 99,9997%. Pendekatan pengendalian *six sigma* yang dikembangkan perusahaan Motorola ini mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata setiap CTQ individual dari proses industri terhadap spesifikasi target (T) sebesar kurang lebih 1,5 sigma, sehingga dapat menghasilkan 3,4 DPMO. Hal ini berbeda dengan konsep *six sigma* yang terdistribusi normal (*true six sigma*) yang tidak mengizinkan adanya pergeseran dalam nilai rata-rata. Nilai pergeseran $\pm 1,5$ sigma ini diperoleh dari hasil penelitian Motorola dari proses dan sistem industri. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sesempurna apapun suatu proses industri, terutama dalam industri massal tidak akan 100 persen berada pada

satu titik target, tapi akan ada pergeseran sebesar rata-rata 1,5 sigma dari nilai tersebut (Breyfolge III, 1999).



gambar 2.1 Grafik *True Six sigma*



gambar 2.2 Grafik *six sigma* Motorola

Perbedaan antara true six sigma dan six sigma motorola dapat dilihat lebih lanjut dari tabel di bawah ini:

Tabel 2.1 Perbandingan *true six sigma* dan *Motorola six sigma*

<i>True 6-sigma process</i>	<i>Motorola's 6-sigma process</i>
-----------------------------	-----------------------------------

Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Persentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan atau cacat persejuta kesempatan)	Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Persentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan atau cacat persejuta kesempatan)
$\pm 1 - \sigma$	68,27%	317.300	$\pm 1 - \sigma$	30,8538%	691.462
$\pm 2 - \sigma$	95,45%	45.500	$\pm 2 - \sigma$	69,1462%	308.538
$\pm 3 - \sigma$	99,73%	2.700	$\pm 3 - \sigma$	93,3193%	66.807
$\pm 4 - \sigma$	99,993%	63	$\pm 4 - \sigma$	99,3790%	6.210
$\pm 5 - \sigma$	99,9999%	0,57	$\pm 5 - \sigma$	99,9767%	233
$\pm 6 - \sigma$	99,999998%	0,002	$\pm 6 - \sigma$	99,99966%	3,4

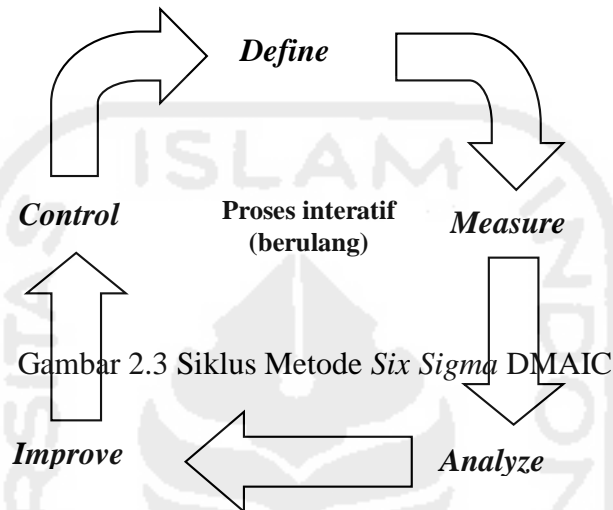
Dalam konsep peningkatan kualitas *six sigma* terdapat beberapa istilah yang menjadi dasar dalam memahami konsep tersebut, yaitu:

- a. *Critical-To-Quality (CTQ)*, adalah atribut-atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan.
- b. *Defect Per Million Opportunities (DPMO)*, merupakan ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas *six sigma*, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan.
- c. *Process Capability*, yaitu kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan.

2.4.2 Metode DMAIC

Menurut (Harry & Schroeder, 2000), ada delapan langkah dasar dalam menerapkan metode *six sigma*. Langkah-langkah tersebut adalah identifikasi (*Recognize*), Definisi (*Define*), Pengukuran (*Measure*), Analisis (*analyze*), Perbaikan (*Improve*), Control (*Control*), Standarisasi (*Standardize*), dan Integrasi (*integrate*). Namun kedelapan tahap tersebut dapat diringkas kembali kedalam lima inti langkah utama yaitu Definisi (*Define*), Pengukuran (*Measure*), Analisis (*analyze*), Perbaikan (*Improve*), Control

(*Control*) atau lebih dikenal dengan nama metode DMAIC. Kelima tahap ini bersifat interatif atau selalu berulang sehingga membentuk siklus. Dengan kata lain, metode perbaikan DMAIC ini merupakan sebuah langkah yang terarah dan berkesinambungan, dimana antara langkah satu dengan langkah selanjutnya saling berkaitan sehingga proses perbaikan kualitas dapat dilakukan secara kontinyu.



Gambar 2.3 Siklus Metode Six Sigma DMAIC

2.4.2.1 Tahap Define

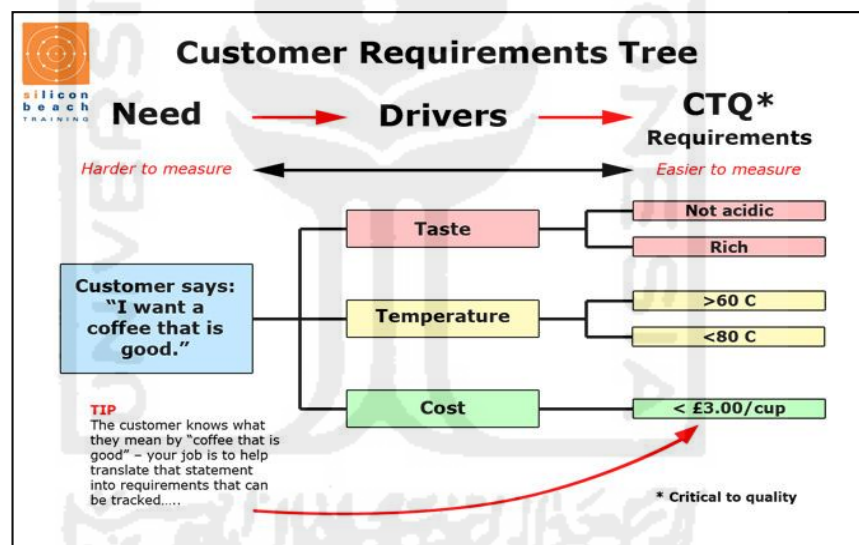
Define merupakan langkah pertama dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi hal-hal yang berkaitan atau terlibat secara langsung dalam proses pengendalian kualitas. Pada tahap ini perlu didefinisikan beberapa hal yang terkait dengan (Gaspersz, 2001):

1. Kriteria pemilihan proyek *six sigma*.
2. Peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek *six sigma*.
3. Kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlibat dalam proyek *six sigma*.
4. Proses-proses kunci dalam proyek *six sigma* beserta pelanggannya.
5. Kebutuhan spesifik dari pelanggan, dan

6. Pernyataan tujuan proyek *six sigma*.

2.4.2.1.1 Critical To Quality Tree

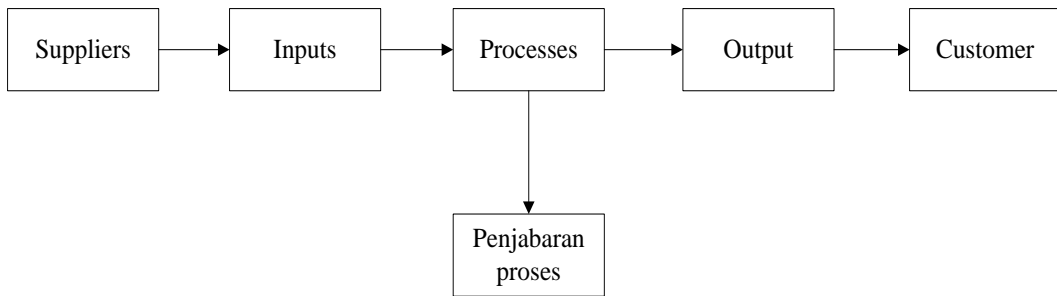
Critical To Quality Tree adalah sebuah diagram yang digunakan untuk menguraikan atau mendekomposisi requirement customer yang cukup luas menjadi requirement yang terkuantifikasi sehingga memudahkan dalam melakukan proses data. CTQ diperoleh berdasarkan kebutuhan dari customer yang menjadi nilai tambah dalam parameter-parameter CTQ. Dengan menggunakan Critical to Quality Tree ini maka improvement atau upaya perbaikan yang dilakukan dapat sejalan dengan keinginan konsumen.



Gambar 2.4 *Critical-To-Quality Tree*

2.4.2.1.2 SIPOC (Supplier-Input-Proses-Output-Customer)

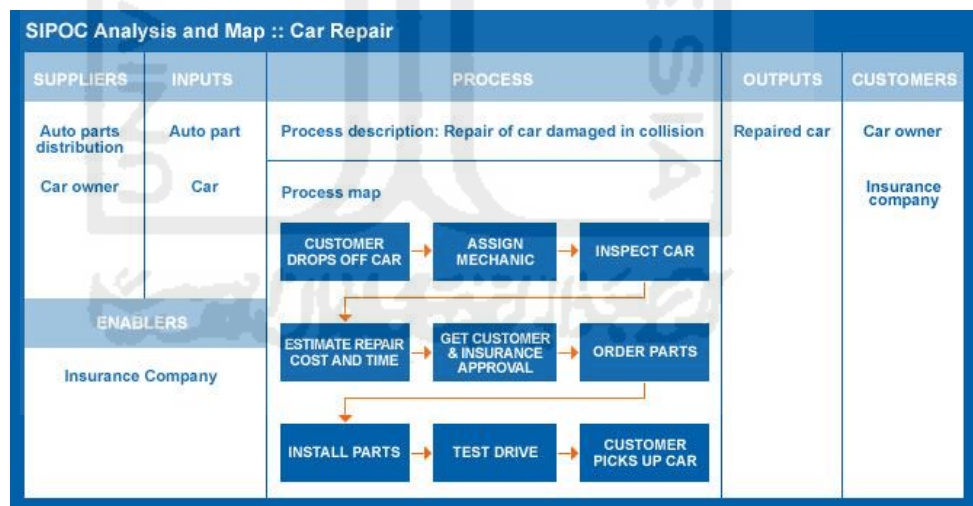
SIPOC adalah sebuah peta proses yang digunakan sebagai alat identifikasi elemen-elemen yang berkaitan dalam suatu proses produksi, antara lain siapa pemasoknya, apa inputnya, bagaimana prosesnya, apa hasilnya, dan siapa saja pemakainya.



Gambar 2.5 Diagram SIPOC

Langkah-langkah mapping yang dapat dilakukan untuk membuat peta SIPOC adalah sebagai berikut:

1. Menamakan proses.
2. Membuat batasan titik awal dan titik akhir proses.
3. Membuat daftar output pelanggan.
4. Membuat daftar input pemasok.
5. Mengidentifikasi, memberi nama dan mengurutkan langkah-langkah yang ada dalam proses.



Gambar 2.6 Contoh SIPOC

Hasil yang akan diperoleh dari tahap *define* ini antara lain:

1. Pernyataan yang jelas mengenai improvement yang akan dilakukan.
2. Peta proses (*process Map*).
3. Daftar faktor yang penting bagi customer.

2.4.2.2 Tahap Measure

Tahap operasional kedua yang harus dilakukan dalam program peningkatan kualitas *six sigma* adalah *measure* (pengukuran). Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap ini, yaitu:

1. Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan.
2. Mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat, dan
3. Mengukur kinerja sekarang (*current performance*) pada tingkat proses, *output*, dan/atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja (*performance baseline*) pada awal proyek *Six sigma*.

Ada beberapa metode yang bisa digunakan dalam melakukan tahap measure ini, namun cara yang paling mudah adalah dengan menggunakan *check sheet* (lembar periksa). *Check sheet* adalah sejenis formulir pengumpulan data khusus yang hasilnya dapat diimplementasikan pada formulir tersebut secara langsung tanpa membutuhkan pemrosesan lebih lanjut.

Lembar Pemeriksaan

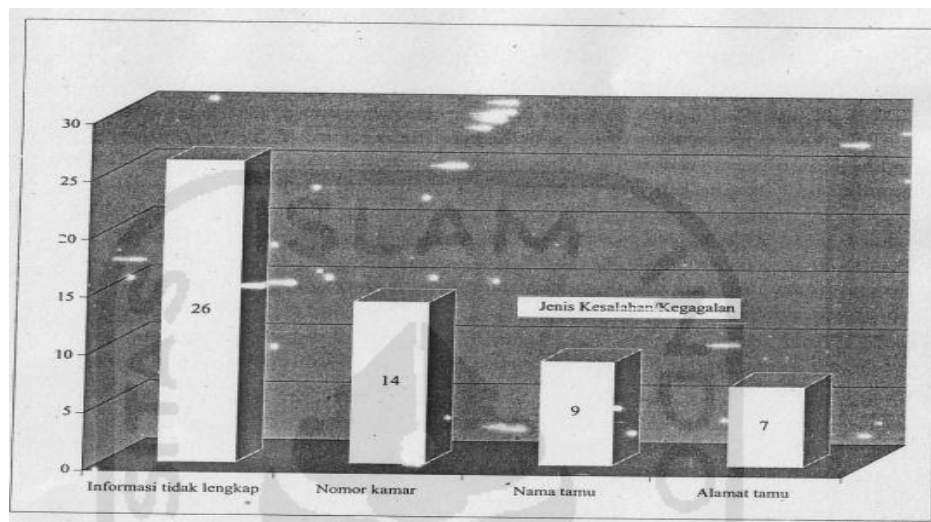
Produk: _____	Tanggal: _____
Tahap Manufaktur: pemeriksaan akhir _____	Pabrik: _____
Jenis cacat: goresan, tidak selesai, kecelakaan _____	Bagian: _____
Total jumlah pemeriksaan: 2530 _____	Nama Pemeriksa: _____
Catatan: semua barang diperiksa _____	No. Lot _____
	Pesanan No. _____

Jenis	Pemeriksaan	Subtotal
Goresan di permukaan	### ### ### ### ### ### //	32
Retak	### ### ### #. //	23
Tidak selesai	### ### ### ### ### ### ### ### //	48
Kecelakaan	///	4
Lain-lain	### //	8
	Total	115
Total barang yang ditolak	### ### ### ### ### #.; ### ### ### ### ### ### //	86

Gambar 2.7 Contoh lembar pemeriksaan produk cacat

Sumber: Lindsay, 2007. Hal.121

Data-data yang diperoleh dari *check sheet* masih bisa diolah lebih lanjut, salah satunya dengan menggunakan diagram pareto. Dengan diagram ini nantinya bisa diketahui mana permasalahan yang akan dijadikan prioritas dalam proses peningkatan kualitas.



Gambar 2.8 Contoh Diagram Pareto

Sumber : Gaspersz, 2002. Hal.223

Untuk mengukur proporsi kerusakan atau ketidaksamaan dari item-item hasil proses yang sedang diinspeksi dapat menggunakan peta kontrol p (p chart) untuk data atribut.

Peta kontrol p dirumuskan sebagai berikut:

$$p = \frac{\text{hitung_rusak_sub_kelompok}}{\text{ukuran_sub_kelompok}}$$

$$\bar{p} = \frac{\sum \text{hitung_rusak_sub_kelompok}}{\text{ukuran_sub_kelompok}}$$

Karakteristik *p chart* adalah :

1. Garis tengah: rata-rata nilai p sampel, simbolnya adalah \bar{p} .
2. Batas Kontrol Atas :

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

3. Batas Kontrol Bawah*:

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

*Jika nilai hasil hitungan batas kontrol bawah adalah angka negatif, batas kontrol bawah tidak digambarkan di grafik kontrol.

Keterangan:

N adalah jumlah sampel (subgrup)

3 adalah nilai k yaitu jarak pengendali dari garis tengah.

Langkah-langkah menyusun peta p (Nasution, 2006):

1. Kumpulkan data, ambillah sebanyak mungkin dan semampu anda menggambarkan jumlah yang diperiksa (n) dan jumlah produk cacat (pn).
2. Bagilah data ke dalam subgrup. Biasanya data dikelompokkan berdasarkan tanggal atau lot.
3. Hitung bagian cacat untuk setiap subgrup dan masukkan ke dalam lembaran data.

Grafik kontrol variabel digunakan untuk data kontinu (ukuran) dan biasanya dipakai untuk memonitor beserta kontrol input (x variabel) yang mempengaruhi kinerja proses. Grafik kontrol yang digunakan adalah x chart dan MR chart

Peta kontrol \bar{x} dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{pengukuran}}{\sum \text{sampel}}$$

UCL = Batas kontrol atas = $\bar{x} + E_2.MR$

$$= \bar{x} + 2,66MR$$

$$LCL = \text{Batas kontrol bawah} = \bar{x} - E_2.MR$$

$$= \bar{x} - 2,66MR$$

Peta kontrol \bar{MR} dirumuskan sebagai berikut (Pzydek, 2002):

$$\bar{MR} = \frac{\sum MR}{\text{jumlah_MR}}$$

$$UCL = \text{Batas kontrol atas} = D_4.\bar{MR}$$

$$= 3,267.\bar{MR}$$

$$LCL = \text{Batas kontrol bawah} = D_3.\bar{MR}$$

$$= 0.\bar{MR}$$

Karakteristik *MR chart* adalah :

1. Garis tengah: rata-rata barisan yang bergerak, simbolnya adalah \bar{MR}
2. Batas kontrol atas: $\bar{MR} \bullet 3,267$
3. Batas kontrol bawah tidak ada.

rumus perhitungan DPMO dalam program Microsoft Excel sebagai berikut (Gaspersz, 2002):

$$= \left\{ \frac{\sum \text{output_cacat}}{\sum \text{output_diperiksa} \times CTQ_potensial} \right\} * 1000000$$

Untuk pengendalian dengan satu batas spesifikasi atas (USL). Formula dengan menggunakan program Microsoft excell (Gaspersz, 2002):

$$DPMO = 1000000 - \text{normsdist}(\text{abs}(\text{USL}-X)/S) * 1000000$$

Sedang dengan dua batas spesifikasi atas dan bawah (USL dan LSL) perhitungan DPMO dengan menggunakan program Microsoft Excel formulanya adalah :

$$DPMO = 1000000 - \text{normsdist}((USL - X/S)) * 1000000 + \text{normsdist}((LSL - X/S)) * 1000000$$

Adapun rumus perhitungan tingkat sigma dengan menggunakan program Microsoft excell (Gaspersz, 2002):

$$= \text{normsinv}(1000000 - DPMO) / 1000000 + 1.5$$

Program Six sigma membawa proses industri untuk beroperasi pada kondisi yang memiliki stabilitas (*stability*) (Gaspersz, 2002).

Untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam kondisi stabil dan mampu, maka dibutuhkan alat-alat atau metode statistika sebagai alat analisis sebagai berikut:

1. Analisis untuk data atribut

Data atribut sering berbentuk kategori atau klasifikasi seperti: baik atau jelek, sukses atau gagal, hasil bebas cacat langsung (*first-pass-yield*) atau dikerjakan ulang (*reworked*), dll. (Gaspersz, 2002).

Khusus untuk data atribut, analisis kapabilitas proses dilakukan dengan menggunakan hasil analisis DPMO dan tingkat Six sigma sebagai ukuran kemampuan proses yang sesungguhnya, sekaligus merupakan baseline kinerja untuk peningkatan selanjutnya. Selanjutnya analisis untuk data atribut dapat dilakukan menggunakan diagram pareto untuk mengetahui CTQ potensial apa yang paling besar atau paling tinggi menimbulkan kegagalan.

2. Analisis untuk data variabel

2.1 Batas pengendalian proses yang memiliki dua batas spesifikasi pada tingkat sigma tertentu berdasarkan konsep *Six sigma Motorola* (Gaspersz, 2002):

$$S_{maks} = \left\{ \frac{1}{2 \times \text{nilai_sigma}} \right\} \times (USL - LSL)$$

$$UCL = T + (1,5 \times \text{standar deviasi maksimum})$$

$$LCL = T - (1,5 \times \text{standar deviasi maksimum})$$

2.2 Batas pengendalian proses yang memiliki satu batas spesifikasi pada tingkat sigma tertentu berdasarkan konsep *Six sigma Motorola* (Gaspersz, 2002):

$$S_{maks} = \left\{ \frac{1}{\text{nilai_sigma}} \right\} \times |SL - T|$$

$$CL = T \pm (1,5 \times \text{standar deviasi maksimum})$$

2.3 Analisis kapabilitas proses yang memiliki dua batas spesifikasi (Gaspersz, 2002):

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{(\bar{x} - T)^2 + S^2}}$$

- i) Jika $C_{pm} \geq 2,00$; maka proses dianggap mampu dan kompetitif (perusahaan berkelas dunia).
- ii) C_{pm} antara 1,00-1,99; maka proses dianggap cukup mampu, namun perlu upaya-upaya giat untuk peningkatan kualitas menuju target perusahaan berkelas dunia yang memiliki tingkat kegagalan sangat kecil menuju nol (*zero defect oriented*). Perusahaan-perusahaan yang memiliki C_{pm} yang berada di antara 1,00-1,99 memiliki kesempatan terbaik dalam melakukan program peningkatan kualitas Six Sigma.
- iii) $C_{pm} < 1,00$; maka proses dianggap tidak mampu dan tidak kompetitif untuk bersaing di pasar global. (Gaspersz, 2002).

$$C_{pk} = \text{minimum} \left[\frac{\bar{X} - LSL}{3S}; \frac{USL - \bar{X}}{3S} \right]$$

Indeks C_{pmk} dihitung dengan menggunakan formula :

$$C_{pmk} = C_{pk} / \sqrt{1 + \left\{ \left(\frac{\bar{X} - T}{S} \right) \right\}^2}$$

Dimana :

S = nilai batas toleransi maksimum

- i) Jika $C_{pmk} \geq 2,00$; maka proses dianggap memenuhi batas-batas toleransi dan kompetitif.
- ii) C_{pmk} antara 1,00-1,99; maka proses dianggap cukup mampu, namun perlu upaya-upaya untuk peningkatan kualitas menuju tingkat kegagalan nol.
- iii) $C_{pmk} < 1,00$; maka proses dianggap tidak mampu untuk memenuhi batas-batas toleransi dan tidak kompetitif untuk bersaing di pasar global.

2.4 Analisis kapabilitas proses yang memiliki satu batas spesifikasi (Gaspersz, 2002):

$$C_{pm} = \frac{|SL - T|}{3\sqrt{(\bar{x} - T)^2 + S^2}}$$

$$C_{pk} = \left| \frac{SL - \bar{x}}{3S} \right|$$

Adapun rumus perhitungan C_{pmk} sama dengan rumus pada analisis kapabilitas proses yang memiliki dua batas spesifikasi.

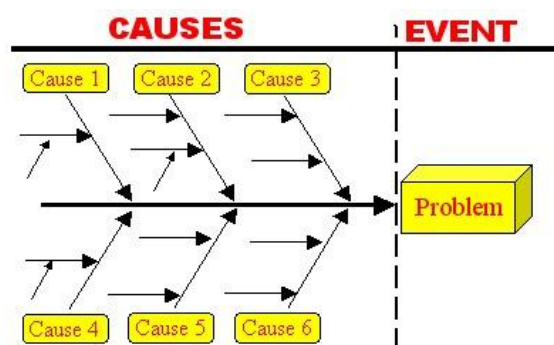
2.4.2.3 Tahap Analyze

Analyze merupakan tahap operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas six sigma. Pada tahap ini ada beberapa hal yang harus dilakukan antara lain:

1. Menentukan stabilitas dan kapabilitas kemampuan dari proses.
2. Menentukan target-target kinerja dari CTQ yang akan ditingkatkan.
3. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan.

Metode sederhana yang dapat digunakan untuk membantu tahap *analyze* ini salah satunya adalah diagram yang dikembangkan oleh Kaoru Ishikawa pada tahun 1986. Diagram ini menyajikan penyebab masalah kualitas secara grafik yang menunjukkan sebab-akibat masalah kualitas yang terjadi. Karena bentuknya yang menyerupai tulang ikan, diagram sebab-akibat ini lebih dikenal dengan nama diagram tulang ikan (*fishbone diagram*).

Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam pembuatan diagram tulang ikan ini adalah menentukan karakter kualitas atau masalah atau tujuan pada bagian “kepala” ikan. Kemudian melakukan identifikasi faktor-faktor yang memiliki hubungan dengan masalah tersebut, dimana biasanya faktor tersebut terbagi kedalam enam kategori utama yang meliputi material, mesin, alam, pengukuran, metode, dan manusia. Kategori utama ini akan membantu untuk memicu ide dalam menentukan lebih lanjut sebab-sebab detail yang ada pada tiap faktor tersebut. Untuk mendapatkannya sering kali digunakan pendekatan brainstorming (Gaspers, 2002).



Gambar 2.9 Diagram Sebab akibat atau diagram tulang ikan (*fishbone diagram*).

2.4.2.4 Tahap Improve

Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan atau *improve* (I). Pada umumnya pengidentifikasian penyebab permasalahan dapat dilakukan dengan menganalisis data-data proses yang sudah ada. Akan tetapi hasil dari analisis data mentah yang diperoleh kemungkinan akan menawarkan bentuk-bentuk solusi yang cukup riskan dan bahkan membahayakan kelangsungan dari proses kerja selanjutnya.

Oleh karena itu, rencana perbaikan dapat dibantu dengan sebuah alat yang disebut dengan *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA). Alat ini mampu mengidentifikasi apa sebab kegagalan suatu proses dan bagaimana cara mencegah atau mengatasi kegagalan tersebut.

Rencana tindakan perbaikan atau peningkatan kualitas Six sigma dapat menggunakan metode 5W-2H. 5W-2H adalah (*What, Where, When, Who, Why, How, dan How-Much*) (Gaspersz, 2002). Contoh struktur pernyataan masalah dalam *Six sigma* ditunjukkan dalam Tabel 2.1 (Gaspersz, 2002):

Tabel 2.2 Struktur Pernyataan Masalah dalam Proyek Six Sigma

<i>What?</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Apa yang menjadi masalah paling penting dan mendesak untuk diselesaikan? 2. Apa kesempatan (opportunities) atau kesenjangan (gap) yang ada? 3. Apa proses atau sub-proses yang dilibatkan?
<i>Where?</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Di mana akan dilakukan pengamatan masalah itu? (Departemen, Wilayah, Unit Bisnis, dll)
<i>When?</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bilamana pengamatan terhadap masalah itu akan dilakukan? (Berkaitan dengan waktu: hari/minggu/bulan, sebelum/sesudah implementasi proyek, dll)
<i>Who?</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siapa yang akan bertanggung jawab dalam melakukan aktivitas pengamatan dan penyelesaian masalah? (Individu/Kelompok, dll)
<i>Why?</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengapa kita melakukan semua aktivitas di atas? (pemilihan dan pengamatan masalah, penunjukan orang untuk melakukan aktivitas, dll)
<i>How?</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana melakukan aktivitas masalah dan solusi masalah? (Pengumpulan data dan pengukuran, analisis data dan informasi, pembuatan keputusan, dll)
<i>How-Much?</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berapa biaya (<i>costs</i>) yang akan dikeluarkan untuk setiap aktivitas yang dilakukan?

	<p>2. Berapa manfaat (<i>benefits</i>) yang mungkin diperoleh dari aktivitas-aktivitas atau tindakan yang dilakukan itu?</p> <p>3. Berapa dampak negatif yang mungkin terjadi apabila tidak dilakukan tindakan perbaikan?</p>
--	---

2.4.2.5 Tahap Control

Control merupakan tahap operasional terakhir dalam peningkatan kualitas *Six sigma*. Yang diperlukan dalam tahap ini adalah aktivitas dokumentasi dan penyebaran informasi dari setiap perubahan positif yang terjadi. Praktek-praktek perbaikan yang sukses dalam meningkatkan proses distandarisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman standar kerja.

Jika peningkatan proses kerja disebabkan oleh upaya pemangkasan faktor-faktor penyebab melemahnya kinerja proses, yang harus dilakukan adalah mengendalikan variabel-variabel kritis proses kerja dengan menggunakan diagram kontrol.