Bab 2

Tinjauan Pustaka

2.1. Pengetian Kualitas

Banyak sekali definisi tentang kualitas yang ada saat ini, bahkan definisi tentang perkembangan seiring kemajuan teknologi, tetapi ada beberapa pendekatan untuk mendefinisikan kualitas menurut (Gravin, D. A. 1988), yaitu :

- *Transcendent (Quality as Excellence)*

  Pendekatan yang bersifat subyektif yang digunakan sebagai pembeda antara produk/jasa yang berkualitas baik dan buruk. Unsur *excellence* suatu benda menjadi parametenya. Contohnya : lukisan "Monalisa" merupakan benda yang berkualitas tinggi.
- *Product — based*

  Kulitas produk/jasa yang diidentifikasikan oleh kehadiran *specific Feature* atau *Attribute* pada produk/jasa tersebut dan dapat diukur. Contohnya : sarung jok mobil yang terbuat dari kulit dianggap lebih berkualitas tinggi dibanding terbuat dari kulit imitasi dari *vinyl,* sebab kualitas lebih tahan api.
- *User — based*

  Produk/jasa yang dapat memuaskan penggunanya akan dikatakan produk/jasa yang berkualitas tinggi.
- *Manufacturing — based*

  Produk/jasa yang dibuat sesuai dengan spesifikasi *design*, merupakan produk/jasa yang berkualitas tinggi.
- *Value — based*

  Kualitas suatu produk/jasa diidentifikasikan oleh kerelaan pengguna atau pelanggan untuk membeli barang tersebut *(willingness to bay)*.

Ada banyak sekali definisi dan pengertian kualitas, yang sebenarnya definisi atau pengertian yang satu hampir sama dengan definisi atau pengertian yang lain. Pengertian kualitas menurut beberapa ahli yang terkenal, antara lain :

1. Juran (1962)

   “Kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya."
2. Crosby (1979)

   "Kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability, delivery, reliability, maintainability,* dan *cost effectiveness."*
3. Deming (1982)

   "Kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan dimasa mendatang."
4. Feigenbaum (1991)

   "Kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture,* dan *maintenance,* dimana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan."
5. Scherkenbach (1991)

   "Kualitas ditentukan oleh pelanggan; pelanggan menginginkan produk dan jasa yang sesuai dengan kebutuhan dan harapannya pada suatu tingkat harga tertentu yang menunjukan nilai produk tersebut."
6. Elliot (1993)

   "Kualitas adalah sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda dan tergantung pada waktu dan tempat atau dikatakan sesuai dengan tujuan."

Pendekatan yang telah disebutkan diatas tadi semuanya bersifat subyektif sehingga pada kenyataan perusahaan/produsen harus melakukan kombinasi dari pendekatan-pendekatan tersebut menurut Gravin, kualitas itu sendiri memiliki beberapa dimensi, yaitu diantaranya :

- *Performance,* yaitu kesesuaian produk dengan fungsi utama produk itu sendiri atau karakteristik operasi dari suatu produk.

- *Feature,* yaitu ciri khas produk yang membedakan dari produk lain**.** yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan.
- *Realibity*, yaitu kepercayaan pelanggan terhadap produk, karena kehandaknya atau karena kemungkinan kerusakan yang rendah.
- *Conformance,* yaitu kesesuaian produk dengan syarat atau ukuran tertentu atau sejauh mana karakteristik *desain* dan operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan.
- *Durability,* yaitu tingkat ketahanan awet produk atau lama umur produk**.**
- *Serviceability,* yaitu kemudahan produk itu, bila akan diperbaiki atau kemudahan memperoleh komponen produk tersebut.
- *Aesthetics,* yaitu keindahan atau daya tarik produk tersebut.
- *Percetion,* yaitu fanatisme konsumen akan merek suatu produk tertentu karena citra atau reputasi produk itu sendiri.

Produsen dalam merancang dan memproduksi produk/jasa harus melakukan *trade-off untak* dimensi-dimensi tersebut yang sesuai dengan konteks produk yang akan diproduksi.

Dari penjelasan-penjelasan diatas tadi maka dapat ditarik sebuah kesimpulan tentang definisi kualitas yang lebih tepat saat ini, yaitu "kualitas adalah tingkat pemenuhan kebutuhan pelanggan" atau secara lebih luas "kualitas adalah konsep yang luas atau disiplin yang mencangkup tingkat kesempurnaan, atribut pembeda atau sifat, kesesuaian dengan spesifikasi standar perbandingan yang dapat diukur sehingga aplikasi-aplikasi dapat ditujukan secara konsisten pada tujuan-tujuan bisnis.

2.2. Pengendalian Kualitas Statistik

Pengendalian kualitas merupakan suatu kegiatan yang dilakukan terus-menerus selama proses produksi berjalan. Juran dalam *"Quality Control Handbook"* menyatakan bahwa pengendalian kualitas terdiri 3 aspek *(The Juran Trilogy)* yaitu :

1. **Perencanaan Kualitas *(Quality Planning)***

   Pada tahap ini pihak produsen harus melakukan beberapa hal sebagai berikut ini :

   - Indetifikasi kebutuhan konsumen, balk internal maupun eksternal.
   - Rancang produk yang sesuai dengan kebutuhan konsumen.
   - Rancang proses produksi produk itu.
   - Produksi produk sesuai dengan spesifikasi.

2. **Pengendalian Kualitas *(Quality Control)***

   Pengendalian kualitas produk pada saat proses produksi, pada tahap ini produsen harus melakukan hal sebagai berikut :

   - Indetifikasi elemen kritis yang harus dikendalikan dan berpengaruh pada kualitas.
   - Kembangkan alat dan metode pengukuran.
   - Kembangkan standar bagi elemen kritis.

3. **Perbaikan kualitas *(Quality Improvement)***

   Kegiatan ini dilakukan jika ditemukan ketidaksesuaian antara kondisi aktual dengan standar. Metode *six sigma* merupakan tindakan yang berada pada tahapan ini.

Pengendalian kualitas proses statistik *(statistical process control)* merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan sebagai pemonitor, pengendali, penganalisis, pengelola, dan memperbaiki proses menggunakan metode-metode statistik. Filosofi pada konsep pengendalian kualitas proses statistik atau yang lebih dikenal dengan pengendalian proses statistik *(statistical process control)* adalah *ouput* pada proses atau pelayanan dapat dikemukakan ke dalam pengendalian statistik melalui alat-alat manajemen dan tindakan perancangan. Pengendalian proses statistik merupakan penerapan metode-metode statistik untuk pengukuran dan analisis variasi proses. Teknik ini menerapkan parameter-parameter pada proses dan analisis proses. Dengan menggunakan pengendalian proses statistik ini maka dapat dilakukan analisis dan meminimasi penyimpangan atau kesalahan, mengkuantifikasikan kemampuan proses, menggunakan pendekatan statistik dengan dasar *six*

sigma, dan membuat hubungan antara konsep dan teknik yang ada untuk mengadakan perbaikan proses. Sasaran pengendalian proses statistik terutama adalah mengadakan pengurangan terhadap variasi atau kesalahan-kesalahan proses. Selain itu, tujuan utama dalam pengendalian proses statistik adalah mendeteksi adanya penyebab khusus *(assignable cause* atau *special cause)* dalam variasi atau kesalahan proses melalui analisis data dari masa lalu maupun masa mendatang. Variasi proses sendiri terdiri dari dua macam penyebab, yaitu penyebab umum *(random cause* atau *common cause)* yang sudah melekat pada proses, dan penyebab khusus *(assignable cause* atau *special cause)* yang merupakan kesalahan yang berlebihan. Idealnya, hanya penyebab umum yang ditunjukkan atau yang tampak dalam proses, karena hal tersebut menunjukkan bahwa proses berada dalam kondisi stabil dan dapat diprediksi. Kondisi ini menunjukkan variasi yang minimum menurut Gryna (2001), ada beberapa keuntungan apabila pengurangan proses tersebut dapat dilakukan, yaitu :

1. Variabilitas menjadi lebih kecil yang dihasilkan dari adanya perbaikan kinerja yang dapat dilihat oleh pelanggan.
2. Mengurangi variabilitas pada karakteristik komponen yang merupakan cara untuk mengimbangi variabilitas yang tinggi pada komponen lain untuk memenuhi persyaratan kinerja pada sistem atau perakitan. Untuk dapat memenuhi persyaratan tersebut memang diperlukan adanya pengendalian secara ketat pada setiap komponen.
3. Pada beberapa karakteristik seperti berat, pengurangan variabilitas juga akan memberikan manfaat pada perubahan rata-rata proses yang dapat menyebabkan pengurangan biaya.
4. Berkurangnya variabilitas akan mengurangi banyaknya inspeksi dan besarnya biaya inspeksi. Hal ini akan mendorong ditekannya harga produk tersebut.
5. Berkurangan variabilitas merupakan faktor yang penting dalam meningkatkan kemampuan bersaing suatu produk dan memperbesar pangsa pasar.

Selanjutnya, proses pelayanan dikatakan dalam pengendalian statistik apabila penyebab khusus *(assisnable cause)* dari penyimpangan atau variabel tersebut seperti penggunaan alat, kesalahan operator, kesalahan dalam penyimpanan mesin, kesalahan perhitungan, kesalahan bahan baku dan sebagainya tidak tampak dalam proses (Montgomery, 1991). Atau dengan kata lain, sasaran pengendalian proses statistik adalah mengurangi penyimpangan karena penyebab khusus dalam proses dan dengan cara mencapai stabilitas proses. Apabila stabilitas proses tercapai, kemampuan proses dapat diperbaiki dengan mengurangi penyimpangan karena sebab umum *(common cause)* seperti penyimpangan dalam bahan baku, kondisi emosional karyawan, penurunan kinerja mesin, penurunan suhu udara, naik turunnya kelembaban udara, dan sebagainya (Antony *et al.,* 2000).

Sementara itu, untuk menentukan apakah proses berada dalam pengendalian-pengendalian proses statistik menggunakan alat yang disebut peta pengendali *(control chart)* yang merupakan gambar sederhana dengan tiga garis, dimana garis tengah yang disebut garis pusat *(center line)* merupakan target nilai pada beberapa kasus, dan kedua garis lainnya merupakan batas pengendali atau dan batas pengendali bawah (Caulcutt, 1996). Peta pengendali *(control chart)* tersebut memisahkan penyebab penyimpangan menjadi penyebab umum dan penyebab khusus melalui batas pengendalian. Bila penyimpangan atau kesalahan melebihi batas pengendalian, menunjukan bahwa penyebab khusus telah masuk kedalam proses dan proses harus diperiksa untuk mengidentifikasi penyebab dari penyimpangan atau kesalahan yang berlebihan tersebut. Kesalahan yang disebabkan karena sebab umum berada di dalam batas pengendalian. Hal ini berarti dalam proses sebaiknya hanya penyebab umum yang terjadi, sehingga secara langsung kesalahan tersebut dapat distabilkan.

Selanjutnya, pengendalian proses statistik dikatakan berada dalam batas pengendalian apabila hanya terdapat kesalahan yang disebabkan oleh sebab umum, menurut Gryna (2001).

Hal ini memberikan manfaat penting yaitu :

1. Proses memiliki stabilitas yang akan memungkinkan organisasi dapat memprediksi perilaku paling tidak untuk jangka pendek.
2. Proses memiliki identitas dalam menyusun seperangkat kondisi yang penting untuk membuat prediksi masa mendatang.
3. Proses yang berada dalam kondisi "berada dalam batas pengendalian statistik" beroperasi dengan variabilitas yang lebih kecil dari pada proses yang memiliki penyebab khusus. Variabilitas yang rendah penting untuk memenangkan persaingan.
4. Proses yang mempunyai penyebab khusus merupakan proses yang tidak stabil dan memiliki kesalahan yang berlebihan yang harus ditutup dengan mengadakan perubahan untuk mencapai perbaikan.
5. Dengan mengetahui bahwa proses berada dalam batas pengendali statistik akan membantu karyawan dalam menjalankan proses tersebut. Atau dapat dikatakan, apabila data berada dalam batas pengendali, maka tidak perlu lagi dibuat penyesuaian atau perubahan kembali yang tidak diperlukan justru akan menambah kesalahan.
6. Dengan mengetahui bahwa proses berada dalam batas pendendali statistik, akan memberikan petunjuk untuk mengadakan pengurangan variabilitas proses jangka panjang. Untuk mengurangi variabilitas proses tersebut, sistem pemprosesan harus dianalisis dan diubah oleh manajer sehingga karyawan dapat menjalankan proses.
7. Analisis untuk pengendalian statistik mencakup penggambaran dan produksi akan memudahkan dalam mengidentifikasi kecenderungan yang terjadi dari waktu ke waktu.
8. Proses yang stabil atau yang berada dalam batas pengendali statistik juga dapat memenuhi spesifikasi produk, sehingga dapat dikatakan proses dalam kondisi terawat dengan baik dan dapat menghasilkan produk yang baik. Kondisi ini dibutuhkan sebelum proses diubah dari tahap perencanaan ke tahap produksi secara penuh.

Pengendalian proses statistik memang memiliki berbagai manfaat bagi organisasi yang menerapkannya. Menurut Antony *et al.* (2000), ada beberapa manfaat tersebut, antara lain :

1. Tersedianya informasi bagi karyawan apabila akan memperbaiki proses.
2. Membantu karyawan memisahkan sebab umum dan sebab khusus terjadinya masalah.
3. Tersedianya bahasa yang umum dalam kinerja proses untuk berbagai pihak.
4. Menghilangkan penyimpangan karena sebab khusus untuk mencapai konsistensi dan kinerja yang lebih baik.
5. Pengertian yang lebih baik mengenai proses.
6. Pengurangan waktu yang berarti dalam penyelesaian masalah kualitas.
7. Pengurangan biaya pembuangan produk cacat, pengerjaan ulang terhadap produk cacat, inspeksi ulang, dan sebagainya.
8. Komunikasi yang lebih baik dengan pelanggan tentang kemampuam produk dalam memenuhi spesifikasi pelanggan.
9. Membuat organisasi lebih berorientasi pada data statistik dari pada hanya berupa asumsi data.
10. Perbaikan proses, sehingga kualitas produk menjadi lebih baik, biaya lebih rendah, dan produktivitas meningkat.

Sementara itu, menurut Grig (1998), Cartwright dan Hogg (1996), Roes dan Dorr (1997) ada beberapa manfaat pengendalian proses statistik, yaitu :

- Pengurangan pemborosan
- Perbaikan pengendalian dalam proses
- Peningkatan efisiensi
- Peningkatan kesadaran karyawan
- Peningkatan jaminan kualitas pelanggan
- Perbaikan analisis dan *monitoring* proses
- Meningkatkan pemahaman terhadap proses
- Meningkatkan keterlibatan karyawan

- Pengurangan keluhan pelanggan
- Peningkatan pemberdayaan personil lini
- Perbaikan komunikasi, dan
- Pengurangan waktu penyampaian jasa atau pelayanan

2.2.1. 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. Di sisi 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 menggunakan 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 mengidentifikasikan 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 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 dari pada 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* yang digunakan untuk bagian ketidaksesuaian setiap unit. *U-chart* juga dapat digunakan pada situasi di mana 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.*

2.2.1.1. Peta Pengendali Proporsi Kesalahan *(p-chart)* dan Banyaknya Kesalahan *(np-chart)* Dalam Sampel

Pengendali proporsi kesalahan *(p-chart)* dan banyaknya kesalahan *(hp-chart)* digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan. Untuk peta pengendali proporsi dan banyak digunakan bila kita memakai ukuran cacat berupa proporsi produk cacat dalam setiap sampel yang diambil. Bila sampel yang diambil untuk setiap kali melakukan *observasi* jumlahnya sama maka kita dapat menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan *(p-chart)* maupun banyaknya kesalahan *(hp-chart).* Namun bila sampel yang diambil bervariasi untuk setiap kali melakukan observasi berubah-ubah jumlahnya atau memang perusahaan tersebut akan melakukan 100% inspeksi, maka kita harus menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan *(p-chart).* penggunaan sampel yang besarnya bervariasi tersebut selain karena perusahaan menggunakan 100% inspeksi atau inspeksi total, juga dapat disebabkan kurangnya karyawan dan biaya. Perubahan dalam banyaknya sampel yang diambil atau ukuran sub kelompok tersebut menyebabkan perubahan dalam batas-batas pengendali, meskipun garis pusatnya tetap. Apabila ukuran sampel atau sub kelompok yang digunakan pada setiap kali observasi naik atau lebih banyak, maka batas-batas pengendali menjadi lebih rendah. Namun apabila banyaknya sampel atau sub kelompok yang digunakan pada setiap kali observasi turun atau meningkat. Kondisi ini dapat mempengaruhi karakteristik kualitas proses produksi yang

dimiliki perusahaan. Hal inilah yang merupakan kelemahan dalam pengendalian kualitas proses statistik untuk data atribut.

Untuk banyaknya sampel konstan.

Mengetahui proporsi kesalahan atau cacat pada sampel atau sub kelompok untuk setiap kali melakukan observasi *:*

$$p = \frac{x}{n} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(2.1)}$$

$$CL_p = \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{g} x_i}{\sum Sampel} \ldots\ldots\ldots\ldots \text{(2.2)}$$

$$\boldsymbol{UCL_p = \overline{p} + 3\sqrt{\frac{\overline{p}(1-\overline{p})}{n_i}}} \ldots\ldots \text{(2.3)}$$

$$\boldsymbol{LCL_p = \overline{p} - 3\sqrt{\frac{\overline{p}(1-\overline{p})}{n_i}}} \ldots\ldots \text{(2.4)}$$

Apabila banyaknya sampel atau sub kelompok yang diambil setiap kali observasi sama, maka dapat digunakan pula peta pengendali banyaknya kesalahan *(np-chart).* Langkah-langkah dan formulasi yang digunakan adalah :

$$CL_{np} = n\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{g} x}{g} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(2.5)}$$

$$\boldsymbol{UCL_p = n\overline{p} + 3\sqrt{(n\overline{p}(1-\overline{p}))}} \ldots\ldots \text{(2.6)}$$

$$\boldsymbol{UCL_p = n\overline{p} - 3\sqrt{(n\overline{p}(1-\overline{p}))}} \ldots\ldots \text{(2.7)}$$

Untuk banyaknya sampel yang bervariasi peta pengendali yang digunakan pasti hanya peta pengendali proporsi kesalahan *(p-chart).*

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{g} x_i}{\sum Sampel} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(2.8)}$$

$$\boldsymbol{UCL_p = \overline{p} + 3\sqrt{\frac{\overline{p}(1-\overline{p})}{n_i}}} \ldots\ldots \text{(2.9)}$$

$$\boldsymbol{LCL_p = \overline{p} - 3\sqrt{\frac{\overline{p}(1-\overline{p})}{n_i}}} \ldots\ldots \text{(2.10)}$$

Dimana :

n_i = Banyak sampel yang diambil setiap kali observasi yang bervariasi.

g = Banyaknya observasi.

p_i = Proporsi kesalahan setiap sampel pada setiap kali observasi.

X_i= Banyaknya kesalahan dalam setiap sampel atau dalam setiap kali observasi.

2.2.1.2. Peta Pengendali Untuk Banyaknya Kesalahan Dalam Satu Unit Produk

Peta pengendali ini digunakan untuk mengadakan pengujian terhadap kualitas proses produksi dengan mengetahui banyaknya kesalahan pada satu unit produk sebagai sampelnya. Bedanya, untuk jumlah sampel yang konstan dapat digunakan peta pengendali banyaknya kesalahan dalam satu unit produk yang sama atau peta-peta pengendali c *(c-chart)* maupun peta pengendali u *(u-chart),* tetapi apabila sampel yang diambil bervariasi atau memang seluruh produk yang dihasilkan akan diuji, maka digunakan peta pengendali banyaknya kesalahan dalam satu unit produk yang berbeda atau peta pengendali u *(u-chart).* Cacat produk yang diuji dengan menggunakan peta pengendali c *(c-chart)* dan peta pengendali u *(u-chan)* ini misalnya mengetahui jumlah bercak pada sebidang tembok, mengetahui jumlah kesalahan pemasangan sekraup pada. mobil, dan sebagainya.

2.2.2. Pengertian Pengendalian Kualitas Proses Statistik Untuk Data Variabel

Pengendalian kualitas proses statistik untuk data variabel seringkali disebut sebagai metode peta pengendali *(control chart)* 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 kondisi stabil atau tidak. Dalam peta pengendali *(control chart)* seringkali terjadi kekacauan antara batas pengendali dengan batas spesifikasi. Para karyawan akan bereaksi terhadap ketidaksesuaian produk karena batas spesifikasi di toko, tetapi mereka tidak akan bereaksi terhadap batas pengendali karena aturan batas pengendalian tidak diperkenalkan secara jelas. Sementara itu, dalam proses pengendalian, peta pengendali statistik mendeteksi adanya sebab khusus dalam ketidaksesuaian yang terjadi. Apabila data sampel berada di luar batas pengendali, maka data sampel tersebut disebut berada di luar batas pengendali statistik *(out of statistical control).* Sebaliknya, apabila data sampel berada dalam batas pengendali statistik *(in statistical control).* Proses yang disebut berada dalam batas pengendali statistik tersebut dikatakan berada dalam kondisi stabil

dengan kemungkinan adanya variasi yang disebabkan oleh sebab umum. Namun demikian, kondisi *in statistical control* tersebut tidak selalu identik dengan kepuasan pelanggan. Demikianlah, batas-batas pada peta pengendali statistik berbeda dengan batas-batas spesifikasi. Pada beberapa situasi, proses tidak berada dengan pengendali statistik tetapi tidak memerlukan tindakan karena telah memenuhi spesifikasi. Pada kondisi lain, proses yang *in statistical control* justru membutuhkan tindakan karena spesifikasi produk tidak tercapai.

Selanjutnya, apabila produk tidak memenuhi spesifikasi, ada beberapa tindakan yang diperlukan, antara lain merubah nilai rata-rata, mengurangi variabilitas, mengubah spesifikasi, melakukan pensotiran terhadap produk, dan sebagainya. Apabila produk memenuhi spesifikasi, alternatif tindakan yang dapat diambil misalnya, menggunakan proses dengan tepat, mengurangi variabilitas, namun dapat juga tidak dilakukan tindakan apapun. Adapun tindakan yang dapat dilakukan pada beberapa kondisi tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1 Tindakan dalam beberapa kondisi (Sumber : *Gryna, 2001, Dorothea 2003*)

	Produk memenuhi spesifikasi	
	Variasi proses kecil, relatif terhadap spesifikasi	Variasi proses besar, relatif terhadap spesifikasi
Proses *in statistical control*	Mempertimbangkan nilai-nilai di penguranggan inspeksi	Melanjutkan pengendalian secara ketat rata-rata proses.
Proses *out statistical control*	Proses tidak menentu dan tidak dapat diprediksi, serta menimbulkan masalah Temukan penyebab kekurangan pengendalian	
Proses *in Statistical control*	**Produk tidak memenuhi spesifikasi**	
	Proses kehilangan arah ke rata-rata yang salah. Pada umumnya mudah diambil tindakan perbaikan secara permanen	Proses mungkin kehilangan arah dan terpencar-pencar. Memperbaiki kesalahan arah. Pertimbanagan ekonomi dari ketepatan proses lebih banyak selain spesifikasi dibuat lebih lebar dan dilakukan pensortiran produk

Proses *out of Statistical control*	Proses kehilangan arah atau tidak menentu. Perlu perbaikan hal tersebut. Menentukan penyebab ketiadaan pengendali. Pertimbangan ekonomi lebih tepat pada proses dan spesifikasi lebih besar, selain itu dilakukan pelebaran spesifikasi dan pensortiran produk.

Yang termasuk peta pengendalian kualitas proses statistik data variabel adalah peta pengendali rata-rata dan jarak *(range)*, peta pengendali rata-rata dan standar deviasi, dan peta pengendali unit-unit individu. Peta pengendali rata-rata menunjukan apakah rata-rata produk yang dihasilkan sesuai dengan standar mengendalian yang digunakan perusahaan. Proses produksi dikatakan baik apabila produk yang dihasilkan berada disekitar garis pusat. Peta pengendali jarak *(range)* digunakan untuk mengetahui tingkat keakurasian atau ketepatan proses yang diukur dengan mencari *range* dari sampel yang diambil dalam observasi. Peta pengendalian standar deviasi digunakan untuk mengukur tingkat keakurasian proses. peta pengendali individu menggunakan pengujian terhadap satu unit produk untuk menguji apakah proses produksinya masih berada dalam batas pengendali atau tidak.

2.3. Definisi *Six Sigma*

Banyak sekali definisi mengenai *Six Sigma*, namun disini akan dikutip beberapa saja diantaranya adalah sebagai berikut :

1. *Six sigma* adalah tujuan yang hampir sempurna dalam memenuhi persyaratan pelanggan. Pada dasarnya definisi ini akurat karena istilah *"six sigma"* sendiri merujuk kepada target kinerja operasi yang diukur secara statistik dengan. hanya 3,4 cacat *(Defect)* untuk setiap 1 juta kali aktifitas atau peluang yang ada.
2. *Six sigma* adalah sebagai usaha "perubahan budaya" supaya perusahaan ada pada kepuasan pelanggan, profitabilitas, dan daya saing yang lebih besar.
3. *Six sigma* adalah sebuah sistem yang *komprehensif* dan *flexsibel* untuk mencapai, mempertahankan, dan memaksimalkan sukses-sukses bisnis.
4. *Six sigma* adalah pada dasarnya suatu tujuan kualitas proses, dimana *sigma* adalah tolak ukur penting dari variabel dalam proses.

5. *Six sigma* adalah strategi terobosan dari pihak manajemen yang memungkinkan dari pihak perusahaan untuk secara drastis meningkatkan kinerja mereka dengan cara merancang dan memonitor aktivitas bisnis harian sedemikian rupa sehingga, cacat dapat diminimalkan dan kepuasan pelanggan ditingkatkan.

2.4. Sejarah *Six Sigma*

Six sigma (6σ) merupakan suatu metode peningkatan kualitas dramatik yang pada awalnya dikembangkan di perusahaan *manufaktur* bernama *Motorola Company* pada tahun 1986 yang kemudian dikembangkan secara pesat oleh perusahaan *General Electric.* Motorola adalah perusahaan yang menanamkan konsep yang telah menyebar ke dalam sistem manajemen *komprehensif*. Bagi motorola *six sigma* telah memberikan jauh lebih banyak suatu cara yang sederhana dan konsisten untuk melacak dan mengembandingkan kinerja dengan persyaratan pelanggan (ukuran *six sigma)* dan sebuah target ambisius dari kualitas yang sempurna secara praktik (tujuan *six sigma).* Metode ini dikembangkan untuk menjawab tantangan bahwa tidak benar untuk menghasilkan produk atau layanan yang berkualitas dibutuhkan biaya yang tinggi. Pada awal tahun 1980an industri Amerika dan Eropa merasa terkejut ketika Jepang dapat memproduksi dengan kualitas yang sama bahkan lebih baik dari mereka dengan harga yang lebih murah dan waktu yang relatif lebih pendek karena mereka selalu tidak puas dengan kondisi yang cukup baik *(acceptable quality level)* dan terus berusaha untuk menuju kesempurnaan *(perfectionist).*

Setelah motorola memenangi penghargaan MBNQA *(Malcolm Baldrigr National Quality Award)* pada tahun 1988, rahasia kesuksesan mereka menjadi pengetahuan publik, dan sejak saat itu program *six sigma* yang, diterapkan motorola menjadi sangat terkenal di Amerika Serikat. Banyak perusahaan-perusahaan kelas dunia, seperti : *General Electric*, *Allied Signal*, *Dupont Chemical*, Kodak, *Texas Instruments* dan lain-lain, mulai melakukan revolusi dalam sistem manajemen kualitas mereka mengikuti prinsip-prinsip *six sigma.*

2.5. Konsep *Six Sigma*

Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai yang diharapkan mereka. Apabila produk (barang/jasa) diproses pada tingkat kualitas *six sigma,* maka perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan persejuta kesempatan (DPMO) itu mengharapkan 99,99966 % dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. Dengan demikian *six sigma* dapat dijadikan ukuran target kinerja sistem industri, tentang bagaimana sebaiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok (industri) dan pelanggan (pasar). Semakin tinggi target *sigma* yang dicapai, maka kinerja sistem industri akan semakin baik. Sehingga 6 *sigma* otomatis lebih baik dari 4 *sigma,* lebih baik dari 3 *sigma*. *Six sigma* juga dianggap sebagai strategi terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan yang luar biasa ditingkat bawah. *Six sigma* juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri berfokus kepada pelanggan, melalui memperhatikan kemampuan proses *(process capability).*

Six sigma merupakan metode yang terstruktur dan *fact-based* yang merupakan penerapan atau aplikasi metode statistik dalam proses bisnis untuk meningkatkan efisiensi operasional yang berakibat pada peningkatan nilai organisasi. Fokus dari *six sigma* adalah :

- Pengurangan *cycle time*
- Pengurangan jumlah produk cacat
- Kepuasan pelanggan

Six sigma memiliki dua arti penting yaitu :

1. *Six sigma* sebagai filosofi manajemen.

   Six sigma merupakan kegiatan yang dilakukan oleh semua anggota perusahaan atau organisasi yang menjadi budaya dan sesuai dengan visi dan misi perusahaan dengan tujuan meningkatkan efisiensi proses bisnis dan memuaskan keinginan konsumen atau pelanggan, sehingga meningkatkan nilai perusahaan.

2. *Six sigma* sebagai sistem pengukuran.

   Six sigma sesuai dengan arti *sigma,* yang berarti berdistribusi

atau penyebaran (variasi) dari rata-rata *(mean)* dari suatu proses atau prosedur. *Six sigma* diimplementasikan untuk memperkecil variasi.

Six sigma sebagai sistem pengukuran menggunakan *deject per million opportunities* (DPMO) sebagai suatu pengukuran. DPMO merupakan suatu ukuran yang baik bagi kualitas suatu produk ataupun proses, sebab berkorelasi langsung dengan cacat, biaya dan waktu terbuang. Dengan menggunakan tabel konversi ppm dan *sigma* maka akan dengan mudah mengetahui tingkat *sigma* dan DPMO.

Terdapat 6 aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam konsep *six sigma,* yaitu :

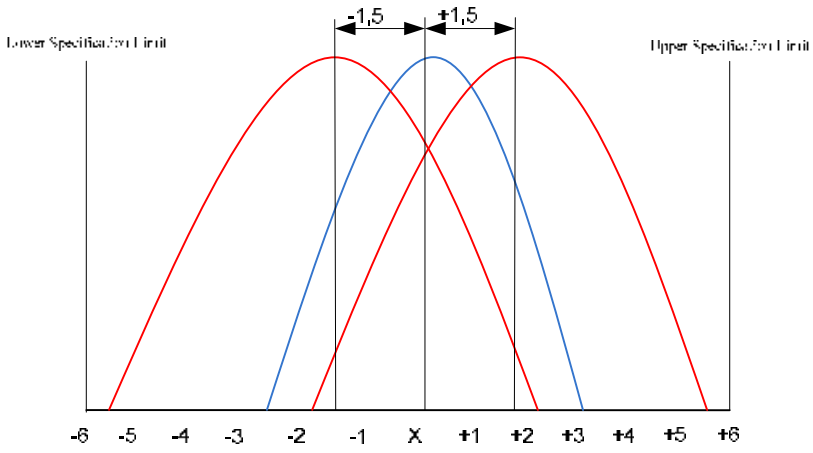
1. Identifikasi pelanggan.
2. Identifikasi produk.
3. Identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan.
4. Definisikan proses.
5. Hindarkan kesalahan dalam proses dan hilangkan pemborosan yang ada.
6. Meningkatkan proses secara terus-menerus menuju target *six sigma.*

Apabila konsep *six sigma* diterapkan dalam bidang *manufacturing,* maka perhatikan 6 aspek berikut ini :

1. Identifikasi karakteristik produk yang akan memuaskan pelanggan (sesuai dengan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan).
2. Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas itu sebagai CTQ *(critical to quality)* individu.
3. Menentukan apakah setiap CTQ itu dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses-proses dan lain-lain.
4. Menentukan batas minimum untuk setup CTQ sesuai dengan yang diinginkan pelanggan (menentukan USL dan LSL dari setiap CTQ).
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ, dan
6. Mengubah desain produk sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *six sigma.*

Banyak ahli manajemen kualitas menyatakan bahwa metode *six sigma* motorola dikembangkan dan diterima secara luas oleh dunia industri, karena manajemen industri frustasi terhadap sistem-sistem manajemen kualitas yang ada, yang tidak mampu melakukan peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol *(zero defect).* Banyak sistem manajemen kualitas, seperti : *Malcolm Baldrige National Quality Award* (MBNQA), ISO 9000 dan lain-lain, hanya menekan pada upaya peningkatan terus-menerus berdasarkan kesadaran mandiri dari manajemen, tanpa memberikan solusi yang ampuh dalam hal terobosan yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *six sigma* motorola mampu mencapai tingkat 3,4 DPMO *(defect per million opportunities* atau kegagalan per sejuta kesempatan).

Pendekatan pengendalian kualitas proses *six sigma* Motorola *(Motorola's six sigma process control)* mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata *mean* setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target sebesar ± 1,5 *sigma,* sehingga akan menghasilkan 3,4 DPMO. Proses *six sigma* dengan distribusi normal yang mengizinkan nilai rata-rata proses bergeser ± 1,5 *sigma* dari nilai spesifikasi target kualitas yang diinginkan oleh pelanggan ditunjukan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Konsep *six sigma motorola* dengan distribusi normal bergeser 1,5 *sigma*
(Sumber : Breyfogle III 1990)

Keterangan : *Six sigma* dalam gambar menunjukan ukuran variasi dari proses yang stabil mengikuti distribusi normal, perlu dicatat dan dipahami bahwa konsep *six sigma motorola* dengan pergeseran nilai target (nilai rata-rata) yang izinkan sebesar 1,5 *sigma* berbeda dengan konsep *six sigma* dalam distribusi normal yang tidak mengizinkan pergeseran nilai rata-rata, perbedaan ini ditunjukan pada tabel di bawah ini :

Tabel 2.2 Perbedaan normal distribution *centered* dengan normal distribution *shined* 1,5 *sigma*

True *six sigma* process (Normal distribusi centered)			**Motorola *six sigma* (Normal Distribusi shifield 1,5 *sigma*)**		
Batas Spesifikasi (USL-LSL)	**Persentase**	**DPMO**	**Batas Spesifikasi (USL-LSL)**	**Persentase**	**DPMO**
$\pm 1\sigma$	68.27%	317300	$\pm 1\sigma$	30.23%	697700
$\pm 2\sigma$	95.45%	45500	$\pm 2\sigma$	69.13%	308700
$\pm 3\sigma$	99.43%	2700	$\pm 3\sigma$	93.32%	66810
$\pm 4\sigma$	99.9937%	63	$\pm 4\sigma$	99.3790%	6210
$\pm 5\sigma$	99.999943%	0.57	$\pm 5\sigma$	99.97670%	233
$\pm 6\sigma$	99.9999998%	0.002	$\pm 6\sigma$	99.99966%	3.4

Bahan bakar sistem *six sigma* adalah pengetahuan akan kebutuhan pelanggan dan pengukuran yang efektif, mesin yang digunakan terdiri atas tiga elemen dasar, yaitu semuanya berfokus pada proses organisasi. Tiga strategi *six sigma :*

1. Perbaikan proses *(Process Improvement)* : menemukan solusi untuk mencapai target. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan akar penyebab masalah pada kinerja usaha. Disebut juga *Continuous Improvement* (perbaikan berkesinambungan), *Incremental Improvement* **(**perbaikan tambahan), *Kaizen* (perbaikan berkesinambungan model Jepang).
2. Desain ulang Proses *(Process Design / Redesign)* : membangun bisnis yang lebih balk. Tujuan proses ini bukan untuk menyesuaikan suatu proses tetapi cenderung menempatkan suatu proses (sebagian proses) dengan proses yang baru. Juga sering disebut dengan "*Desain six sigma",* yaitu prinsip-prinsip *six sigma* digunakan untuk membuat produk atau jasa baru yang berhubungan erat dengan kebutuhan pelanggan dan divalidasikan dengan data serta pengujian.
3. Manajemen Proses *(Process Management)* : infrastruktur kepemimpinan *six sigma.* Hal ini bersifat *evolusioner* karena melibatkan perubahan dari kesalahan dan arah fungsi hingga pemahaman dan

pemudahan proses, yang merupakan aliran kerja yang melibatkan nilai pelanggan dan pemegang saham. Pada manajemen proses ini, kebijakan dan metode *six sigma* menjadi bagian yang menyatu dalam menjalankan usaha yaitu :

a. Proses dicatat dan diatur *"end-to-end"* dan tanggung jawab dibuat sedemikian rupa untuk menjamin adanya manajemen proses lintas fungsional *(Cross-Junctional)* yang kritis.
b. Kebutuhan pelanggan diartikan secara jelas dan mutakhir secara teratur.
c. Pengukuran keluaran, aktvitas proses dan masukan yang menyeluruh dan berarti.
d. Manajer dan bawahannya menggunakan pengukuran dan pemahaman proses untuk menilai kinerja pada saat yang tepat dan mengambil tindakan untuk mengetahui permasalahan dan kesempatan apa yang muncul.
e. Perbaikan proses dan desain ulang proses yang dilaksanakan bersamaan dengan alat-alat perbaikan *six sigma* digunakan secara terus menerus untuk meningkatkan kinerja, daya saing dan profitabilitas perusahaan.

2.6. Model Perbaikan *Six Sigma.*

2.6.1. Model Siklus PDCA / PDSA.

Ada banyak perbaikan yang digunakan untuk memperbaiki proses. Kebanyakan berdasarkan langkah-langkah yang dikenalkan oleh W. Edwards Deming yaitu PDCA *(Plan-Do-Check-Action)* atau PDSA *(Plan-Do-Study-Act).* PDCA/PDSA adalah *flowchart* untuk mempelajari dan memperbaiki proses. Ide tersebut sebenarnya berasal dari usaha Shewhart untuk memahami sifat dasar ilmu pengetahuan. Shewhart mengatakan ilmu pengetahuan berawal dan diakhiri dengan data eksperimen tetapi tidak diakhiri dengan data awal (Shewhait 1939, 1986**).** Menurut Shewhart ada tiga komponen penting ilmu pengetahuan yaitu :

1. Data asli / data awal sebagai bukti.
2. Ramalan / prediksi data yang diharapkan bisa digunakan untuk masa mendatang.
3. Tingkat keyakinan terhadap data yang diramal yang berdasarkan data asli.

Shewhart mengambil cara praktis dengan mengidentifikasi tiga langkah tersebut pada pengendalian kualitas dalam bidang *manufaktur* yakni spesifikasi, produksi dan inspeksi. Lalu Shewhart dan Deming mengubah model aplikasi di atas untuk perbaikan produk dan proses. Awalnya disebut PDCA lalu berubah menjadi PDSA. Siklus PDSA Shewhart-Deming ini digunakan untuk mempelajari dan memperbaiki proses. Sebenarnya pendekatan PDSA ini cenderung berorientasi pada manajemen dari siklus asli Shewhart yang berfokus pada produksi dan perekayasaan. Siklus ini sesuai untuk lingkungan yang stabil. Karena yang dijalankan adalah semua rencana yang diperbaiki secara *continue* dan mempelajari hasil yang diperoleh bila, rencana tersebut dilaksanakan dan kemudian mengubah rencana tersebut. Jadi PDSA ini dianggap tidak berhasil untuk diterapkan pada sistem yang jauh lebih komplek.

2.6.2. Model SEA *(Select-Experiment-Adapt)* untuk Sistem *Non-Linear* dan Model SEL *(Select-Experiment-Learn)* untuk Sistem Dinamis.

SEA digunakan bila eksperimen formal yang terkendali sedang, berlangsung. Dengan mengikuti strategi *min-max* : minimasi perencanaan dan pengendalian pusat ke kemungkinan perluasan maksimum, memperbolehkan kebebasan bereksperimen maksimum bagi karyawan dan mengubah lingkungan dan proses kerja untuk mencari cara yang lebih baik untuk melakukan sesuatu. SEA dan SEL digunakan bila proses dipengaruhi umpan balik *(feedback)* positif dari bagian lain. Menghapus strategi perencanaan jangka panjang dan berusaha memperkuat lingkungan dengan kemampuan maksimum, menyesuaikan diri pada perubahan.

2.6.3. Model DMAIC.

Selain model diatas, juga dikenal lima fase siklus perbaikan yaitu DMAIC (*Define*/mengidentifikasi, *Measure*/mengukur, *Analyze*/menganalisis, *Improve*/memperbaiki, *Control*/mengendalikan). Tinjauan strategi perbaikan proses pada model DMAIC, yaitu :

1. *Define* : Merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini mendefinisikan hal-hal yang terkait dengan kriteria pemilihan proyek *six sigma*, peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek *six sigma*, proses-proses kunci dalam proyek *six sigma*, kebutuhan spesifikasi dari pelanggan, dan pernyataan tujuan proyek *six sigma.*
2. *Measure* : Merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap ini yaitu : memilih atau menentukan karakteristik kualitas kunci atau CTQ *(Critical To Quality)*, mengembangkan rencana pengumpulan data, dan pengukuran kinerja sekarang.
3. *Analyze* : Merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini akan mengeanalisa kapabilitas dari proses.
4. *Improve* : Merupakan langkah operasional keempat dalam program peningkatan kualitas s*ix sigma.* Pada tahap ini akan dilakukan identifikasi penyebab cacat kritis, merancang perbaikan sesuai hasil identifikasi, kemudian lakukan perbaikan dengan mengimplementasikan suatu rancangan.
5. *Control* : Merupakan langkah operasional terakhir dalam program peningkatan kualitas *six sigma*. Pada tahap ini buat standar pengukuran untuk memelihara kinerja proses.

2.7. Beberapa Istilah dalam Konsep *Six Sigma.*

a. *Critical To Quality* (CTQ) : Adalah atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. CTQ merupakan elemen dari suatu produk, proses atau praktek-

praktek yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan.

b. *Defect :* Adalah kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan oleh pelanggan.

c. *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) : Adalah ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas *six sigma*, yang menunjukan kegagalan per sejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas *six sigma* sebesar 3,4 DPMO, seharusnya diinterprestasikan sebagai 3,4 unit output yang cacat dari sejuta unit output yang diproduksi, tetapi diinterprestasikan sebagai dalam satu unit produk gagal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari satu karakteristik CTQ adalah hanya 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO).

d. *Process Capability :* Adalah kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. *Process Capability* merupakan suatu ukuran yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

e. *Variation :* Merupakan apa yang pelanggan lihat dan rasakan dalam proses transaksi antar pemasok dan pelanggan itu. Semakin kecil variasi akan semakin disukai, karena menunjukan konsistensi dalam kualitas.

f. *Define*. *Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC) : Adalah proses untuk peningkatan terus-menerus menuju target *six sigma.* DMAIC dilakukan secara sistematik berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta *(systematic, scientific, and fact based).* Proses-proses ini (DMAIC) menghilangkan langkah-langkah proses, yang tidak produktif, sering berfokus pada pengukuran baru, dan merupakan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *six sigma.*

g. *Cost Of' Poor Quality* (COPQ) : Adalah biaya kegagalan kualitas yang digunakan sebagai sebagai parameter untuk melihat produktivitas suatu proses yang menerapkan metode *six sigma*. COPQ membuat berbagai biaya yaitu biaya bahan baku, biaya tenaga kerja, biaya tenaga listrik atau sumber tenaga lainnya dan biaya kesempatan.

h. *Proportion Defective :* Merujuk kepada pecahan atau persentase sampel-sampel item yang memiliki satu atau lebih *defect.*

i. *Final Yield :* Dihitung sebagai 1 dikurangi *proportion defective*. Informasi ini memberitahu bahwa pecahan dari unit total yang dihasilkan atau dikirim adalah bebas cacat *(defect free).*

j. *Defect Per Unit* (DPU): Ukuran ini merefleksikan jumlah rata-rata dari *defect,* semua jenis, terhadap jumlah total unit dari unit yang dijadikan sampel.

k. *Defect Per Opportunity* (DPO) : menunjukan proporsi *defect* atas jumlah total peluang dalam sebagai kelompok. Sebagai contoh, jika DPO sebesar 0,05 berarti peluang untuk memiliki *defect* dalam sebuah kategori adalah 5 persen.

2.8 Perhitungan DPMO dan *Six Sigma*

Total Opportunites* = unit x *Opportunites … . (2.12)

Contoh

99 *defect* pada 750 microchip dengan 150 peluang *defect*

750 x 150 = 112500 peluang

$$\textbf{DPU} = \frac{\textbf{Jumlah Defective}}{\textbf{Jumlah Unit}} \text{ ……(2.13)}$$

Contoh

$$\frac{99\ defect}{750\ mirochip} = 0.132\ (atau\ 13.2\%)DPU$$

$$\textbf{DPO} = \frac{\textbf{Jumlah Defect}}{\textbf{Total Opertunities}} = \frac{\textbf{jumlah Defect}}{\textbf{unit} \times \textbf{peluang}} \text{ …….(2.14)}$$

Contoh

$$\frac{99\ \text{Defect}}{750\ \times 150\ \text{peluang per unit}} = \frac{99}{112500} = 0.00088$$

$$\textbf{DPMO} = \textbf{DPO} \times \mathbf{10^6} \text{ …….(2.15)}$$

Contoh

0.00088×10^6 = 880 unit per sejuta kesempatan

Untuk nilai *sigma,* menggunakan tabel konversi DPMO ke nilai *sigma*

2.9. Alat yang Digunakan

2.9.1. *Histogram*

Histogram menjelaskan variasi proses, namun belum mengurutkan rangking dari variasi terbesar sampai terkecil. *Histogram* juga menunjukan kemampuan proses, dan apabila memungkinkan, *histogram* dapat menunjukan hubungan dengan spesifikasi proses dan angka-angka nominal, misalnya rata-rata. Dalam *histogram*, garis vertikal menunjukan banyaknya observasi tiap-tiap kelas. *Histogram* merupakan perwakilan sekumpulan data dalam bentuk gambar dengan mengelompokan pengukuran menjadi *"cell"*. Melalui *histogram*, dispersi dan kecenderungan terpusat serta perbandingan distribusi yang dibutuhkan dapat terlibat dengan jelas.

2.9.2. *Pareto*

Diagram *pareto* ialah suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan rangking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (rangking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus segera diselesaikan. Diagram *pareto* juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha perbaikan kualitas dan memberikan petunjuk dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan masalah (Mitra, 1993).

2.9.3. Diagram Sebab Akibat *(Fishbone)*

Diagram sebab akibat dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa pada tahun 1943, sehingga sering disebut dengan diagram Ishikawa. Diagram sebab-akibat menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah. Diagram tersebut memang digunakan untuk mengetahui akibat dari suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan. Dari akibat tersebut kemudian dicari beberapa kemungkinan penyebabnya. Penyebab masalah ini pun dapat berasal dari berbagai sumber utama, misalnya metode kerja, bahan, pengukuran, karyawan, lingkungan, dan seterusnya.

2.9.3. Diagram Alir

Diagram alir merupakan diagram yang menunjukkan aliran atau urutan suatu proses atau peristiwa. Diagram tersebut akan memudahkan dalam menggambarkan suatu sistem, mengidentifikasikan masalah, dan melakukan tindakan pengendalian. Diagram alir juga menunjukkan siapa pelanggan pada masing-masing tahapan proses. Diagram tersebut akan lebih baik apabila disusun oleh suatu tim, sehingga dapat diketahui serangkaian proses secara jelas dan tepat. Tindakan perbaikan dapat dicapai dengan pengurangan atau penyederhanaan tahapan proses, pengkombinasian proses, atau membuat frekuensi terjadinya langkah atau proses lebih efisien.

2.9.4. Peta Pengendali *(Control Chart)*

Peta pengendali menggambarkan perbaikan kualitas. Perbaikan kualitas terjadi pada dua situasi. Situasi pertama adalah ketika peta kendali dibuat, proses dalam kondisi tidak stabil. Kondisi yang di luar batas kendali terjadi karena sebab khasus (*assignabel cause)*, kemudian dicari tindakan perbaikan proses.

Kondisi kedua berkaitan dengan pengujian. Peta pengendali tepat bagi pengambil keputusan karena model akan melihat yang baik dan yang buruk. Peta kendali memang tepat dalam penyelesaian masalah melalui perbaikan kualitas, walaupun ada kelemahannya apabila digunakan untuk memonitor atau mempertahankan proses.

2.10. Six *Sigma* dan Kelemahan TQM

Tabel dibawah ini memberikan tinjauan terhadap beberapa kesalahan besar TQM juga petunjuk-petunjuk tentang bagimana *six sigma* dapat mencegah kesalahan-kesalahan tersebut.

Tabel 2.3 Kelemahan TQM dan solusi *six sigma*

Kelemahan TQM : Kurangnya Integral	**Solusi *six sigma* : Link (Hubungan) ke "lini dasar" bisnis dan personel**
Kualitas sering kali merupakan aktivitas "Sembilan" yang terlepas dari isu-isu kunci strategi dan kinerja bisnis. Tanda-tanda peringatan mencakup "dewan kualitas" yang membentuk delegasi-delegasi dari pada membentuk tim manajemen inti, atau staff	Organisasi-organisasi *six sigma* menempatkan manajemen proses perbaikan, dan pengukuran ke dalam tindakan sebagai bagian dari tanggung jawab sehari-hari terutama manajer operasi mereka. Insentif - GE mengumumkan bahwa 40 persen dari bonus akan terkait erat

"departemen" kualitas dengan tidak ada hubungan ke P&L atau konsiderasi dari lini dasar lainya. "Gap integrasi" lainya muncul ketika manajer madya perusahaan mengabaikan proses keputusan, dan wewenang pemecahan masalah diserahkan kepada tim-tim dimana manajer tidak mempunyai kontrol resmi terhadap tim tersebut .	dengan *six sigma* membantu memperkuat pesan bahwa *six sigma* adalah "bagian dari pekerajaan" satu area yang, masih membutuhkan perhatian adalah aplikasi *Six Sigma* pads proses administrasi atau jasa, akan tetapi, beberapa sukses luar biasa telah dicapai di unit keuangan GE's Capital Services .
Kelemahan TQM: **Kepemimpinan yang Apatis**	**Solusi *Six Sigma:* Kepemimpinan di Barisan Depan**
Pada setiap usaha TQM yang telah berkembang dengan cepat, kepemimpinan secara aktif dikaitkan dengan memimpin proses. Akan tetapi, seringkali muncul sikap skeperti dari manajemen puncak, atau rendahnya kemauan mereka untuk mendorong ide-ide kualitas. Dalam organisasi seperti itu, kualitas dirasakan "temporer 'dan ketika para pemimpin yang merupakan TQM meninggalkan perusahaan, kualitas pun terbukti temporer.	Hasrat untuk dan percaya kepada s*ix sigma* di puncak bisnis dipertanyakan di perusahaan-perusahaan seperti Bombardier, Allied Signal, dan GE. Bersama dengan hasrat untuk keinginan kuat tersebut dan kesiapan untuk menabuh secara terus-menerus genderang sistem s*ix sigma.* Kita selalu mengatakan bahwa tanda-tanda kesiapan bagi sebuah perusahaan atau departemen untuk masuk dalam *Six Sigma* adalah hanya ketika orang-orang atasnya membuat suatu keputusan bahwa perubahan adalah pening bag] sukses terus-menerus.
Kelemahan TQM: **Konsep yang Tidak Jelas**	**Solusi *Six Sigma:* Pesan Sederhana yang Diulang-ulang Secara Konsisten**
Ketidakjelasan TQM dimulal dengan kata kualitas itu sendiri. Kualltas merupakan istilah yang famillliar dengan banyak perbedaan makna. Di banyak perusahaan, kualitas adalah sebuah departemen yang sudah ada dengan tanggung jawab terhadap "kontrol kualitas" atau "jaminan kualitas", cenderung sementara ilmunya sendiri cenderung berfokus pada stabilitas dibanding pada perbaikan proses. Ide keseluruhan dari filosofi kualitas juga mendapatkan konsep keseluruhan tampak misterius bagi banyak orang. Ketidakjelasan TQM lebih buruk ketika pendekatan-pendektan baru yang bermunculan.	Pada sisi ini, *six sigma* mungkin mempunyai kesulitan yang sama seperti TQM bagaimana pun, kata *six sigma* tidak menjelaskan secara sempuma sistem yang saat ini kami sajikan. Definisi singkat yang kami berikan adalah "*six sigma* adalah sistem bisnis untuk mencapai dan mempertahankan sukses melalui fokus pelanggan, manajemen dan perbaikan proses dan penggunaan fakta Beserta data secara bijaksana, jelas, akurat, dan spesifik.
Kelamahan TQM: **Tujuan yang Tidak Jelas**	**Solusi *Six Sigma:* Menetapkan Tujuan Ambisius yang Tidak Mungkin**
Banyak perusahaan membuat kualitas bahkan menjadi lebih tidak jelas dengan mempunyai tujuan yang terdengar positif seperti memenuhi atau melampaui persyaratan pelanggan, dengan tidak ada cara untuk melacak kemajuan terhadap tujuan tersebut. Metode-metode kualitas yang diajarkan pada tahun	Tujuan yang jelas merupakan pusat *six sigma* ini adalah tujuan yang sangat menantang, tetapi masih dapat dipercaya, tidak seperti *zero defect* apakah tujuan itu dinyatakan dalam hasil (sempuma 99,9997%), *Defect per Million Opportunities* (3.4 DPMO), atau *Sigma* (66), orang-orang yang terlibat dalam inisiatif *Six*

1980-an dan 1990-an juga melakukan juga melakukan tugas buruk berkaitan dengan realitas perbedaan dan perubahan kebutuhan pelanggan. Tanpa alat untuk secara nyata memahami kebutuhan pelanggan, membuat TQM besar kemungkinannya menjadi sistem yang *open loop* di mana sebuah perusahaan dapat memenuhi kebutuhan pelanggan saat ini tapi tidak siap untuk kebutuhan pelanggan yang akan datang	.*Sigma* dapat melihat hasil mereka tumbuh dan mereka dapat menyamakannya dengan uang yang juga sama pentingnya dengan memfokuskan pada cara-cara untuk melacak perubahan-perubahan pada kebutuhan dan persyaratan pelanggan, perusahaan-perusahaan *Six Sigma* sedang membangun sebuah sistem dinamis untuk mengukur kinerja
Kelemahan TQM: Sikap yang Puritan dan Fanatik Teknis	**Solusi .*Six Sigma*: Mengadaptasi Alat dan Tingkat Kekakuan Lingkungan**
Salah satu pengaruh paling menjengkelkan dari ahli TQM adalah pembuatan sesuatu yang dapat disebut kebijakan kualitas. Individu-individu yang akan bersikeras melakukan berbagai hal dengan sebuah cara tertentu. Menyimpang dari cara tersebut atau keyakinan tersebut. dan anda akan mememperlihatkan ideal kualitas atau pengajatran yang mempunyai dua, efek 1) Sumber daya yang digunakan untuk menganalisis masalah dengan menggunakan alat-alat yang tidak tepat atau tidak perlu dan bahkn lebih buruk. 2) Orang-orang awam yang berusaha menerapkan kualitas (bukan ahli) dijauhkan dari . usaha. Sikap stereotip tersebut muncul paling banyak dari orang-orang yang mendukung teknik-teknik atau peralatan yang lebih rumit, yang akan bersikeras supaya teknik-teknik tersebut diterapkan bahkan ketika tidak benar-benar diperlukan.	Selama para pemimpin bisnis anda menyadari bahwa *six sigma* adalah sebuah cara untuk menciptakan dan menjalankan sebuah organisasi yang lebih sukses, menuntut diversitas keterampilan yang sangat besar, bukan hanya keahlian teknis dapat menghindari masalah ini, sikap yang paling sehat untuk mengadopsinya adalah kita akan menggunakan alat dan pendekatan yang mendatangkan hasil dengan kemudahan dan kesedederhanaan yang paling besar. Tidak ada yang salah dengan mempunyai metode yang konsisten, tau menerapkan teknik-teknik lanjutan untuk mengukur dan meningkatkan proses. *Six Sigma*, karena la mencangkup begitu banyak ide dan metode, dapat mengatasi masalah puritas.
Kelemahan TQM: Perubahan Inkremental vs Perubahan Eksponensial	**Solusi *Six sigma:* Perubahan Inkremental Eksponensial**
Pengajaran TQM seringkali menekankan bahwa perubahan akan dikendahkan oleh banyaknya perbaikan kecil. Tidak ada eksklusi nyata mengenai perubahan yang lebih radikal dalam *TQM-toolkit* tetapi tidak dapat ditolak bahwa ada ketidaksabaran antara banyak pemimpin ketika konsep *engineering* mengalami kegagalan.	Salah satu peluang besar dari *Six Sigma* adalah memulai dengan segar, dengan pengakuan bahwa perbaikan kecil maupun perubahan besar adalah bagian penting dri sukses bisnis abad 21.
Kelemahan TQM: Pelatihan yang Tidak Efektif	**Solusi *Six Sigma: Blackbelts, Greenbelts, Master Blackbelts***
Kami menggunan istilah tidak efektif karena mencakup semua jenis masalah yang dapat muncul selama menjalankan pelatihan TQM. Memang benar bahwa tidak ada cara sempurna untuk melatih	Perusahaan-perusahaan *Six Sigma* menetapkan standar yang angat ketat untuk pembelajaran, dan *membackup-nya* dengan investasi yang diperlukan dalam hal waktu dan uang untuk membantu banyak orang