

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kualitas

Kualitas merupakan aspek penting bagi perkembangan perusahaan. Saat ini, sebagian besar konsumen mulai menjadikan kualitas sebagai parameter utama dalam menjatuhkan pilihan terhadap suatu produk atau layanan. Lebih dari itu, kualitas seringkali menjadi sarana promosi yang secara otomatis mampu menaikkan atau menurunkan nilai jual produk perusahaan.

##### 2.1.1 Definisi Kualitas

Kualitas yang baik merupakan harapan konsumen yang harus dipenuhi oleh perusahaan. Terdapat beberapa definisi dari kualitas menurut para ahli yaitu:

- 1) Menurut ISO 9000 kualitas adalah kemampuan dari kesatuan karakteristik produk, *system* atau proses untuk memenuhi persyaratan pelanggan atau pihak terkait yang dinyatakan atau tersirat.
- 2) Menurut Khamim, dkk (2015, h.4) kualitas adalah 'totalitas dari karakteristik suatu produk yang menunjang kemampuannya untuk memuaskan kebutuhan yang dispesifikasikan atau diterapkan'. Pemenuhan terhadap kebutuhan konsumen (*Meeting the Customer requirement*).
- 3) Menurut Juran (1998) yang di terjemahkan oleh Khamim, dkk. (2015, h.4) kualitas dapat didefinisikan sebagai: *Fitness for use*, yaitu kesesuaian antara fungsi dan kebutuhan. Dalam kualitas terdapat dua hal penting yang harus diperhatikan, yaitu *features of product* merupakan produk yang sesuai dengan kebutuhan dan memberikan kepuasan kepada konsumen, *freedom from deficiencies* merupakan produk yang bebas dari kesalahan atau kecacatan produk.

Berdasarkan pengertian-pengertian tersebut, dapat dikatakan bahwa kualitas sangatlah kompleks, dimana kualitas tidak hanya mencakup kualitas produk saja akan tetapi melibatkan seluruh aspek dalam organisasi serta luar organisasi. Meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang diterima secara

universal, namun dari beberapa definisi kualitas menurut para ahli di atas terdapat beberapa persamaan.

Istilah kualitas sangat penting bagi perusahaan. Menurut Khamim, dkk. (2015) ada beberapa alasan perlunya kualitas bagi suatu organisasi:

1) Meningkatkan Reputasi Perusahaan

Produk berkualitas yang dihasilkan oleh perusahaan akan menjadikan perusahaan tersebut dikenal dan mendapatkan nilai lebih di mata masyarakat.

2) Menurunkan Biaya

Biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan produk atau jasa yang berkualitas, menurut paradigma baru tidak perlu mengeluarkan biaya yang tinggi. Hal ini dikarenakan perusahaan tersebut berorientasi pada *customer satisfaction*, yaitu dengan mendasarkan jenis, tipe, waktu, dan jumlah produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan. Berdasarkan hal tersebut "*quality has no cost*" dapat dicapai dengan tidak menghasilkan produk atau jasa yang tidak dibutuhkan pelanggan.

3) Meningkatkan Pangsa Pasar

Peningkatan pangsa pasar akan terjadi jika minimasi biaya tercapai, karena dapat menekan harga, walaupun kualitas tetap menjadi yang utama. Hal-hal inilah yang mendorong konsumen untuk membeli dan membeli lagi produk atau jasa tersebut sehingga pangsa pasar meningkat.

4) Dampak Internasional

Bila mampu menawarkan produk atau jasa yang berkualitas, maka selain dikenal di pasar lokal, produk atau jasa yang ditawarkan juga akan dikenal dan diterima di pasar internasional. Hal ini akan menimbulkan kesan yang baik terhadap perusahaan yang menghasilkan produk atau menawarkan jasa yang berkualitas itu.

5) Adanya Pertanggungjawaban Produk

Semakin meningkatnya persaingan kualitas produk atau jasa yang dihasilkan, maka setiap perusahaan akan dituntut untuk semakin bertanggungjawab terhadap desain, proses, dan pendistribusian produk tersebut untuk memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. Selain itu,

pihak perusahaan tidak perlu lagi mengeluarkan biaya yang begitu besar hanya untuk memberikan jaminan terhadap produk atau jasa yang ditawarkan tersebut.

6) Untuk Penampilan Produk

Kualitas akan membuat produk atau jasa dikenal, dan hal ini akan membuat perusahaan yang menghasilkan produk atau menawarkan jasa juga dikenal dan dipercaya masyarakat luas. Dengan demikian tingkat kepercayaan pelanggan dan masyarakat umumnya akan bertambah dan perusahaan tersebut akan lebih dihargai. Hal ini akan menimbulkan fanatisme tertentu dari para konsumen terhadap produk apapun yang ditawarkan oleh perusahaan tersebut.

7) Mewujudkan Kualitas yang Dirasa Penting

Kualitas memiliki banyak dimensi yang bersifat subyektif. Sebagai produsen perusahaan dituntut untuk bisa memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan dan mampu menterjemahkan apa yang menjadi kebutuhan dan harapan mereka. Oleh karena itu, yang dimaksud dengan kualitas bukan hanya kualitas produk itu sendiri, melainkan kualitas secara menyeluruh (*Total Quality*), yaitu pendekatan untuk melakukan bisnis yang berusaha memaksimalkan persaingan melalui perbaikan secara menyeluruh dalam hal kualitas produk, pelayanan, dan lain-lain.

### 2.1.2 Perspektif Terhadap Kualitas

Menurut Garvin (2005), setidaknya ada lima perspektif kualitas yang berkembang saat ini:

1. *Transcendental Approach*

Dalam perspektif ini, kualitas dipandang sebagai *innate excellence*, yaitu sesuatu yang secara intuitif dapat dipahami, namun nyaris tidak mungkin dikomunikasikan, sebagai contoh kecantikan atau cinta. Perspektif ini menegaskan bahwa orang hanya bisa belajar memahami kualitas melalui pengalaman yang didapatkan dan exposure berulang kali (*repeated exposure*).

## 2. *Product-Based Approach*

Perspektif ini mengasumsikan bahwa kualitas merupakan karakteristik, komponen atau atribut objektif yang dapat dikuantitatifkan dan dapat diukur. Perbedaan dalam hal kualitas mencerminkan perbedaan dalam jumlah beberapa unsur atau atribut yang dimiliki produk. Semakin banyak atribut yang dimiliki sebuah produk atau merek, semakin berkualitas produk atau merek bersangkutan.

## 3. *User-Based Approach*

Perspektif ini didasarkan pada pemikiran bahwa kualitas tergantung pada orang yang menilainya (*eyes of the beholder*), sehingga produk yang paling memuaskan preferensi seseorang (*maximum satisfaction*) merupakan produk yang berkualitas paling tinggi. Perspektif yang bersifat subyektif dan demandoriented ini juga menyatakan bahwa setiap pelanggan memiliki kebutuhan dan keinginan masing-masing yang berbeda satu sama lain, sehingga kualitas bagi seseorang adalah sama dengan kepuasan maksimum yang dirasakan.

## 4. *Manufacturing-Based Approach*

Perspektif ini bersifat *supply-based* dan lebih berfokus pada praktik-praktik perekrutan dan pemanufakturan, serta mendefinisikan kualitas sebagai kesesuaian atau kecocokan dengan persyaratan (*conformance to requirements*). Dalam konteks bisnis jasa, kualitas berdasarkan perspektif ini cenderung bersifat operation-driven

## 5. *Value-Based Approach*

Perspektif ini memandang kualitas dari aspek nilai (*value*) dan harga (*price*). Dengan mempertimbangkan *trade-off* antara kinerja dan harga, kualitas didefinisikan sebagai *affordable excellence*, yakni tingkat kinerja ‘terbaik’ atau sepadan dengan harga yang dibayarkan. Kualitas dalam perspektif ini bersifat relatif, sehingga produk yang memiliki kualitas paling bernilai adalah barang atau jasa yang paling tepat dibeli (*best-buy*).

### 2.1.3 Dimensi Kualitas

Menurut David Garvin yang dikutip oleh Muhammad Khamim, dkk. (2015:11) mendefinisikan delapan dimensi yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas produk, yaitu sebagai berikut:

1. Performa (*performance*)

*Performance* berkaitan dengan aspek fungsional dari produk dan merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan pelanggan ketika ingin membeli suatu produk. Contoh performansi dari produk TV berwarna adalah memiliki gambar yang jelas; performansi dari produk mobil adalah akselerasi, kecepatan, kenyamanan; performansi dari produk jasa penerbangan adalah ketepatan waktu, kenyamanan, ramah tamah, dan lain-lain.

2. Keistimewaan (*features*)

*Feature* merupakan aspek kedua dari performansi yang menambah fungsi dasar, berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangannya. Contoh *features* untuk produk penerbangan adalah dengan memberikan minuman atau makanan gratis dalam pesawat, pembelian tiket melalui telepon dan penyerahan tiket di rumah, pelaporan keberangkatan di kota dan diantar ke lapangan terbang (*city check in*). *Feature* dari produk mobil, seperti atap yang dapat dibuka, dan sebagainya.

3. Keandalan (*reliability*)

*Reliability* berkaitan dengan kemungkinan suatu produk berfungsi secara berhasil dalam periode waktu tertentu dibawah kondisi tertentu dan merupakan kesempatan suatu produk bebas dari kegagalan saat menjalankan fungsinya. Dengan demikian, keandalan merupakan karakteristik yang merefleksikan kemungkinan tingkat keberhasilan dalam penggunaan suatu produk, misalnya keandalan suatu mobil adalah kecepatan.

4. Konformasi (*conformance*)

*Conformance* berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan. Konformansi merefleksikan derajat dimana karakteristik desain

produk dan karakteristik operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan, serta sering didefinisikan sebagai konformansi terhadap kebutuhan (*conformance to requirements*). Karakteristik ini mengukur banyaknya atau persentase produk yang gagal memenuhi standar yang telah ditetapkan dan karena itu perlu dikerjakan ulang atau diperbaiki. Misalnya apakah semua pintu mobil untuk model tertentu yang diproduksi berada dalam rentang dan toleransi yang dapat diterima:  $30 \pm 0,01$  inci.

5. Daya tahan (*durability*)

*Durability* merupakan ukuran masa pakai suatu produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan dari produk itu. Sebagai misal, pelanggan akan membeli ban mobil berdasarkan daya tahan ban itu dalam penggunaan, sehingga ban-ban mobil yang memiliki masa pakai yang lebih panjang tentu akan merupakan salah satu karakteristik kualitas produk yang dipertimbangkan oleh pelanggan ketika akan membeli ban.

6. Kemampuan pelayanan (*service ability*)

*Service ability* merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan/kesopanan, kompetensi, kemudahan, serta akurasi dalam perbaikan. Misalnya saat ini banyak perusahaan otomotif yang memberikan pelayanan perawatan atau perbaikan mobil sepanjang hari (24 jam) atau permintaan pelayanan melalui telepon dan perbaikan mobil dilakukan di rumah.

7. Estetika (*aesthetics*)

*Aesthetics* merupakan karakteristik mengenai keindahan yang bersifat subjektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan refleksi dari preferensi atau pilihan individual. Dengan demikian, estetika dari suatu produk lebih banyak berkaitan dengan perasaan pribadi dan mencakup karakteristik tertentu, seperti keelokan, kemulusan, suara yang merdu, selera, dan lain-lain.

8. Kualitas yang dipersepsikan (*perceived quality*)

*Perceived quality* ini bersifat subjektif dan berkaitan dengan perasaan pelanggan dalam mengkonsumsi produk, seperti meningkatkan harga diri. Hal ini dapat juga berupa karakteristik yang berkaitan dengan reputasi

(*brand name-image*). Misalnya seseorang akan membeli produk elektronik dengan merek Sony karena memiliki persepsi bahwa produk-produk bermerek Sony adalah produk yang berkualitas, meskipun orang itu belum pernah menggunakan produk-produk bermerek Sony.

## 2.2 Alat dan Teknik Kualitas

Alat dan teknik kualitas merupakan metode, keahlian, dan sarana atau mekanisme praktis yang dapat digunakan untuk pekerjaan atau tujuan tertentu. Dari semua tujuan yang ada, semuanya dipergunakan untuk menunjang perubahan yang positif yang dikenal sebagai peningkatan (*improvement*). Sebuah alat dapat digambarkan sebagai sesuatu yang memiliki peran yang jelas, fokus yang sempit dan digunakan sendirian tanpa bantuan peralatan lain. Contoh dari alat-alat kualitas antara lain adalah (Daniel Indarto Prajogo, 2000):

1. Diagram sebab akibat (*cause and effect diagrams*)
2. Analisa Pareto.
3. Diagram hubungan.
4. Peta kendali.
5. Histogram.
6. Diagram alir (*flowcharts*).

## 2.3 Pentingnya Menggunakan Alat dan Teknik Kualitas

Alat dan teknik kualitas melakukan peranan kunci dalam pendekatan organisasi secara keseluruhan untuk mencapai peningkatan kualitas. Mereka bersama-sama akan membawa beberapa keuntungan berikut ini (Daniel Indarto Prajogo, 2014):

1. Proses bisa dilakukan monitor dan evaluasi.
2. Setiap orang menjadi terlibat dalam proses peningkatan.
3. Orang-orang dapat menyelesaikan problem mereka sendiri.
4. Sikap berpikir tentang peningkatan berkelanjutan dapat dikembangkan.
5. Pembelajaran dari pengalaman aktifitas peningkatan kualitas ke dalam operasi business sehari-hari.
6. Mendorong kerja tim melalui pemecahan masalah.

Alat dan Teknik kualitas membutuhkan perhatian terhadap sejumlah “faktor sukses yang kritis” (*Critical Success Factor*) untuk membuat penggunaan dan aplikasi mereka menjadi efektif dan efisien. Beberapa dari faktor tersebut adalah (Daniel Indarto Prajogo. 2000):

1. Komitmen dan dukungan penuh dari manajemen.
2. Pelatihan yang efektif, tepat waktu dan terencana.
3. Kebutuhan yang mendasar terhadap penggunaan alat dan teknik.
4. Tujuan dan sasaran penggunaan yang jelas.
5. Lingkungan yang mendukung.
6. Dukungan dari fasilitator yang lain

Jika faktor-faktor sukses tersebut telah dipenuhi, penggunaan alat dan teknik akan menyediakan sarana untuk mendefinisikan masalah yang sebenarnya, mengidentifikasi akar penyebabnya, mengembangkan dan menguji solusi, dan mengimplementasikan solusi yang permanen serta valid. Banyak problem dan kesulitan yang muncul dalam penggunaan dan aplikasi karena beberapa atau semua faktor sukses tersebut tidak diperhatikan.

#### 2.4 Sejarah Six Sigma

Dalam jurnal yang di tulis oleh Kholil (2017), menjelaskan bahwa Metodologi Six Sigma pertama kali diperkenalkan oleh Motorola pada tahun 1987 oleh seorang *Engineer* yang bernama Bill Smith dan mendapatkan *sopport* penuh oleh Bob Galvin sebagai CEO Motorola pada saat itu sebagai strategi untuk memperbaiki dan meningkatkan proses serta pengendalian kualitas (*Proses Improvement and Quality Control*) di perusahaannya. Metode Six Sigma mulai terkenal dan populer di seluruh dunia setelah Jack Welch mempergunakannya sebagai Bisnis Strategi di General Electric (GE) pada tahun 1995. Secara umum, Six Sigma adalah metodologi yang dipergunakan untuk melakukan upaya perbaikan dan peningkatan proses yang berkesinambungan atau terus menerus (*Continuous Improvement*).

Six Sigma berasal dari kata “Six” yang berarti enam (6) dan “Sigma” yang merupakan satuan dari Standard Deviasi yang juga dilambangkan dengan simbol  $\sigma$ , Six Sigma juga sering di simbolkan menjadi  $6\sigma$ . Makin tinggi Sigma-nya,

semakin baik pula kualitasnya. Dengan kata lain, semakin tinggi Sigma-nya semakin rendah pula tingkat kecacatan atau kegagalannya.

Strategi yang dilakukan oleh Six Sigma diantaranya:

- Fokus terhadap Kepuasan dan Kebutuhan Pelanggan (*Customer Focused*)
- Menurunkan tingkat kecacatan (*Reduce Defect*)
- Berkisar di sekitar Pusat Target (*Center around Target*)
- Menurunkan Variasi (*Reduce Variation*)

Konsep dasar dari metode ini sebenarnya berasal dari gabungan konsep TQM (Total Quality Management) dan Statistical Process Control (SPC) dimana kedua konsep tersebut berasal dari pemikiran-pemikiran para pakar seperti Deming, Ishikawa, Walter Shewhart dan Crosby. Dalam perkembangannya, metode Six Sigma yang awalnya adalah sebuah *metric* berkembang menjadi sebuah metodologi dan saat ini sudah menjadi sebuah Sistem Manajemen.

Dalam penerapan metode Six Sigma, target atas kecacatan atau kegagalan proses dikontrol dalam target 3,4 DPMO (Defects per Million Opportunities atau Kegagalan per sejuta kesempatan) yang artinya dalam 1 Juta unit produk yang diproduksi hanya ada 3,4 unit yang cacat. Berarti perusahaan memproduksi produk dengan tingkat kepuasan pelanggan mencapai 99,9997% .

Menurut Gaspersz (2005) menyebutkan beberapa istilah yang berlaku dalam Six Sigma yaitu :

1. *Black belt*

*Black belt* bertanggung jawab untuk pengukuran, analisis, peningkatan dan pengendalian proses-proses kunci yang mempengaruhi kepuasan pelanggan dan pertumbuhan produktifitas. *Black belt* adalah orang yang menempati posisi pemimpin penuh waktu (*full time position*) dalam proyek Six Sigma.

2. *Green belt*

*Green belt* serupa dengan *Black belt*, kecuali posisinya tidak penuh waktu (*not full time position*).

3. *Master black belt*

Guru yang melatih *black belt*, sekaligus merupakan mentor atau konsultan proyek Six Sigma yang sedang ditangani oleh *black belt*. kriteria pemilihan

atau kualifikasi dari seorang master *black belt* adalah keterampilan analisis kuantitatif yang sangat kuat dan kemampuan mengajar serta memberikan konsultasi tentang manajemen proyek yang berhasil. *Master black belt* merupakan posisi penuh waktu.

4. *Champion*

*Champion* merupakan individu yang berada pada manajemen atas (*top management*) yang memahami Six Sigma dan bertanggung jawab untuk keberhasilan dari Six Sigma itu. Dalam organisasi besar, Six Sigma akan dipimpin oleh individu penuh waktu, *high level champion*, seperti seorang *executive vice president*.

5. *Critical to quality* (CTQ)

*Critical to quality* (CTQ) merupakan atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Merupakan elemen dari suatu produk, proses, atau praktek-praktek yang berdampak langsung kepada kepuasan pelanggan.

6. *Defect*

*Defect* adalah kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan oleh pelanggan.

7. *Defect per opportunity* (DPO)

*Defect per opportunity* adalah ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas Six Sigma, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan.

8. *Defect per million opportunity* (DPMO)

*Defect per million opportunity* adalah ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas Six Sigma, yang menunjukkan kegagalan persejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas Six Sigma Motorola sebesar 3,4 DPMO seharusnya tidak diinterpretasikan sebagai 3,4 unit *output* yang cacat dari sejuta unit *output* yang diproduksi, tetapi diinterpretasikan sebagai dalam satu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakteristik CTQ (*critical to quality*) adalah hanya 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan (DPMO).

#### 9. *Process capability*

*Process capability* adalah kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan *output* sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. Proses *Capability* merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

#### 10. *Variation*

*Variation* merupakan apa yang pelanggan lihat dan rasakan dalam proses transaksi antara pemasok dan pelanggan itu. Semakin kecil *variation* akan semakin disukai, karena menunjukkan konsistensi dalam kualitas. *Variation* mengukur suatu perubahan dalam proses atau praktek-praktek bisnis yang mungkin mempengaruhi hasil yang diharapkan.

#### 11. *Table operation*

*Table operation* merupakan jaminan konsistensi, proses-proses yang dapat diperkirakan dan dikendalikan guna meningkatkan apa yang pelanggan lihat dan rasakan meningkatkan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan.

#### 12. *Design for Six Sigma (DFSS)*

*Design for Six Sigma* adalah suatu desain untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan kemampuan proses. DFSS merupakan suatu metodologi sistematis yang menggunakan peralatan, pelatihan dan pengukuran untuk memungkinkan pemasok mendesain produk dan proses yang memenuhi ekspektasi dan kebutuhan pelanggan, serta dapat diproduksi atau dioperasikan pada tingkat kualitas Six Sigma.

### 2.5 **Konsep Six Sigma**

Kata Sigma merupakan abjad Yunani yang digunakan sebagai simbol standar deviasi pada statistik, merupakan petunjuk jumlah variansi atau kesalahan suatu proses. Tingkat kualitas sigma biasanya juga dipakai untuk menggambarkan *output* dari suatu proses semakin tinggi tingkat sigma maka semakin kecil tingkat toleransi yang diberikan pada suatu produk barang atau jasa sehingga semakin tinggi kapabilitas prosesnya (Gasperz, 2002).

Six Sigma merupakan suatu *tool* atau metode yang sistematis yang biasa digunakan untuk perbaikan proses dan pengembangan produk baru yang berdasarkan pada metode statistik dan metode ilmiah untuk mengurangi jumlah cacat yang telah didefinisikan oleh konsumen. Six Sigma lahir dalam Motorola pada tahun 1979 diluar keputusan dengan masalah kualitas dan mengenai atau mengacu pada enam *standard deviation* (huruf Yunani, Sigma digunakan oleh ahli statistik sebagai simbol standar deviasi) (Gasperz, 2002).

Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai sebagaimana yang mereka harapkan. Jika produk (barang atau jasa) diproses pada tingkat kualitas Six Sigma, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPOM) atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu.

Dengan itu Six Sigma bisa dijadikan ukuran target kinerja sistem industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antar pemasok (industri) dan pelanggan (pasar). Semakin tinggi target Six Sigma yang dicapai, kinerja sistem industri akan semakin baik (Gaspersz Vincent). Apabila konsep Six Sigma akan diterapkan dalam bidang manufaktur, maka perhatikan enam aspek berikut:

1. Identifikasi karakteristik produk yang akan memuaskan pelanggan anda (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan).
2. Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas itu sebagai CTQ (*critical to quality*) individual.
3. Menentukan apakah setiap CTQ itu dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses-proses kerja.
4. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan nilai USL dan LSL dari setiap CTQ).
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ) dan
6. Mengubah desain produk atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target Six Sigma, yang berarti memiliki *indeks* kemampuan proses,  $C_p$  minimum sama dengan dua ( $C_p > 2$ ). (Gaspersz Vincent).

Six Sigma bisa diterapkan sebagai pendekatan bertarget, sehingga implementasi terbatas dapat selalu mungkin untuk dilakukan. Sekalipun demikian,

kita dapat memperhatikan sisi sebaliknya dari penilaian sebelumnya untuk mengidentifikasi kondisi-kondisi dimana yang terbaik yang dapat kita katakan adalah, “tidak, terima kasih” (untuk saat ini) terhadap usaha-usaha six sigma.

Konsep dasar Six Sigma adalah meningkatkan kualitas menuju tingkat kegagalan nol. Dengan kata lain, Six Sigma bertujuan untuk mengurangi terjadinya cacat dalam suatu proses produksi dengan tujuan akhir adalah menciptakan kondisi *Zero Defect*. *Defect* sendiri didefinisikan sebagai penyimpangan terhadap spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Tingkat Six Sigma sering dihubungkan dengan kapabilitas proses, yang dihitung dalam *defect per million opportunities*. Berapa tingkat pencapaian Sigma berdasarkan DPMO dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.1 Pencapaian Six Sigma

Tingkat Pencapaian Sigma	DPMO	Hasil (%)	Keterangan
1 - Sigma	691,462	31	Sangat tidak Kompetitif
2 - Sigma	308,538	69,2	
3 - Sigma	66,807	93,32	
4 - Sigma	6,210	99,279	Rata-rata industry USA
5- Sigma	233	99,977	
6 - Sigma	3,4	99,9997	Industri kelas dunia

(Sumber : Gasperz, 2002)

Tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve dan Control*) merupakan kunci pemecahan masalah metode Six Sigma. DMAIC meliputi langkah-langkah yang perlu dilaksanakan secara berurutan, yang masing-masing sangat penting guna mencapai hasil yang diinginkan (Sartin, 2008). Keberhasilan implementasi program peningkatan kualitas Six Sigma ditunjukkan melalui peningkatan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk menuju tingkat kegagalan nol (Gasperz, 2002).

Oleh karena itu, konsep perhitungan kapabilitas proses menjadi sangat penting untuk dipahami dan implementasi pada program Six Sigma. Uraian berikut akan membahas tentang teknik penentuan kapabilitas proses yang berhubungan dengan *Critical Total Quality (CTQ)* untuk data variabel dan atribut. Menurut Sartin (2008) data adalah catatan tentang sesuatu, baik yang bersifat kualitatif

maupun kuantitatif yang digunakan sebagai petunjuk untuk bertindak. Berdasarkan data, kita mempelajari fakta-fakta yang ada dan kemudian mengambil tindakan yang tepat berdasarkan pada fakta itu. Ada enam tema Six Sigma yaitu (Pande yang ditulis oleh Arini 2017):

1. Fokus yang sungguh-sungguh kepada pelanggan

Dalam Six Sigma pelanggan menjadi prioritas utama. Sebagai contoh, ukuran-ukuran kinerja Six Sigma dimulai dengan pelanggan. Perbaikan Six Sigma ditentukan oleh pengaturan terhadap kepuasan dan nilai pelanggan.

2. Manajemen yang digerakkan oleh data dan fakta

Six Sigma mengambil sikap "*management by fact*" pada tingkat yang lebih kuat. Meskipun perhatian pada tahu-tahun belakangan ini ditujukan pada ukuran, sistem informasi yang telah ditingkatkan, manajemen pengetahuan dan sebagainya. Disiplin Six Sigma dimulai dengan menjelaskan ukuran-ukuran apa yang menjadi kunci untuk mengukur kinerja bisnis, kemudian menerapkan data dan analisis sedemikian rupa untuk membangun pemahaman terhadap variabel-variabel kunci dan hasil-hasil optimal.

3. Fokus pada proses, Manajemen dan Perbaikan

Dalam Six Sigma, proses adalah tempat dimana tindakan dimulai. Baik perancangan produk dan jasa, pengukuran kinerja, perbaikan efisiensi dan kepuasan pelanggan atau bahkan menjalankan bisnis Six Sigma memposisikan proses sebagai kendaraan kunci sukses.

4. Manajemen Produktif

Yang paling sederhana, menjadi produktif berarti bertindak sebelum ada peristiwa lawan dari reaktif. Tetapi dalam dunia nyata, menjadi produktif berarti membuat kebiasaan di luar praktik bisnis yang terlalu sering diabaikan. Untuk menjadi sungguh-sungguh produktif, jauh dari kejenuhan dan analitis yang berlebihan adalah dengan benar-benar memulai kreatifitas dan dengan perubahan yang efektif. Six Sigma sebagaimana kita ketahui, mencakup alat dan praktik yang menggantikan kebiasaan reaktif dengan gaya manajemen yang dinamis, responsif dan produktif.

## 5. Kolaborasi tanpa batas

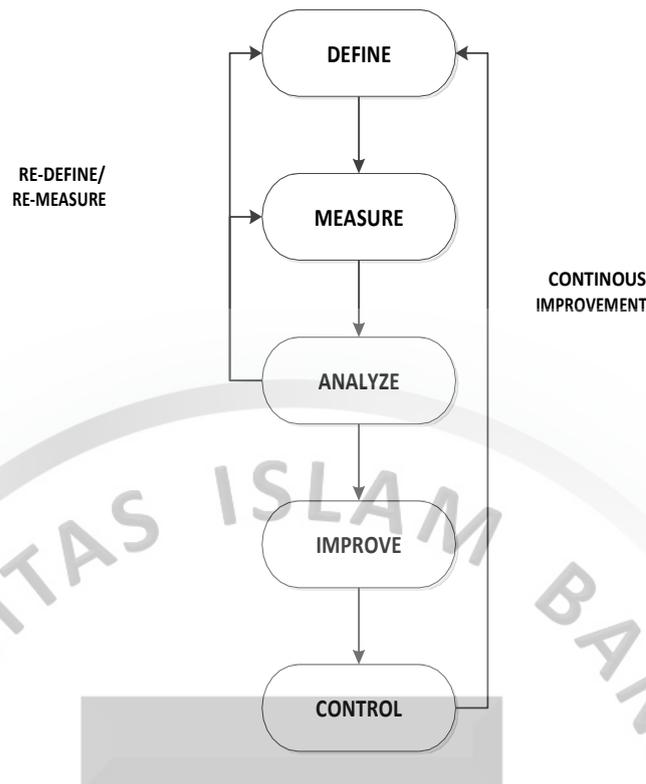
Kolaborasi tanpa batas merupakan salah satu mantra Jack Welch untuk sukses bisnis. Sebagaimana telah dicatat, Six Sigma memperluas peluang untuk kolaborasi jika orang-orang mempelajari bagaimana peran mereka sesuai dengan gambar besar dan dapat menyadari serta mengukur kesalingtergantungan dari berbagai aktifitas disemua bagian dari sebuah proses kolaborasi tanpa batas menuntut adanya pemahaman terhadap kebutuhan rill kepada pengguna akhir maupun terhadap aliran kerja disamping sebuah proses atau sebuah rantai persediaan. Kolaborasi tanpa batas menuntut sikap yang ditunjukkan sepenuhnya untuk menggunakan pengetahuan terhadap pelanggan dan proses bagi keuntungan semua bagian. Jadi, Sistem Six Sigma dapat menciptakan sebuah lingkungan dan struktur manajemen yang mendukung *team work* yang sesungguhnya.

## 6. Dorongan untuk sempurna, toleransi terhadap kegagalan.

Tema terakhir ini tampaknya kontradiktif. Bagaimana anda dapat didorong untuk mencapai kesempurnaan tetapi juga toleran terhadap kegagalan? Akan tetapi, pada dasarnya kedua ide tersebut saling melengkapi. Jika orang-orang yang melihat suatu jalur yang memungkinkan adanya layanan yang lebih baik, biaya yang lebih rendah, kapabilitas baru dan sebagainya (yaitu cara-cara untuk makin sempurna), terlalu takut terhadap konsekuensi kesalahan, maka mereka tidak akan pernah mencoba.

### 2.5 Tahap-Tahap Implementasi Pengendalian Kualitas dengan Six Sigma

Konsep DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) adalah metode yang sangat umum digunakan untuk mengukur penerapan Six Sigma di dalam sebuah organisasi. Secara umum metodologi implementasi DMAIC dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Siklus DMAIC  
 Sumber : Tannady (2015, h.26)

### 2.5.1 Define (D)

*Define* adalah langkah pertama dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Pada tahapan ini kita perlu mengidentifikasi beberapa hal terkait dengan kriteria pemilihan proyek Six Sigma, peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek Six Sigma, kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlibat dalam proyek Six Sigma, proses-prose kunci dalam proyek Six Sigma beserta pelanggannya, kebutuhan spesifik dari pelanggan dan pernyataan tujuan proyek Six Sigma (Gaspersz Vincent).

Proses transformasi pengetahuan dan metodologi Six Sigma yang paling efektif adalah melalui menciptakan sistem Six Sigma yang terstruktur dan sistematis yang diberikan kepada kelompok orang-orang yang terlibat dalam program Six Sigma. Meskipun setiap manajemen organisasi bebas menentukan kurikulum Six Sigma dalam pelatihan organisasi tentang Six Sigma, namun panduan berfikir dapat membantu manajemen untuk menyesuaikan dan memilih topik-topik Six Sigma yang relevan untuk diterapkan dalam sistem pelatihan organisasi (Gaspersz Vincent).

### 2.5.1.1 Mendefinisikan Peran Orang-orang yang Terlibat dalam Proyek Six Sigma

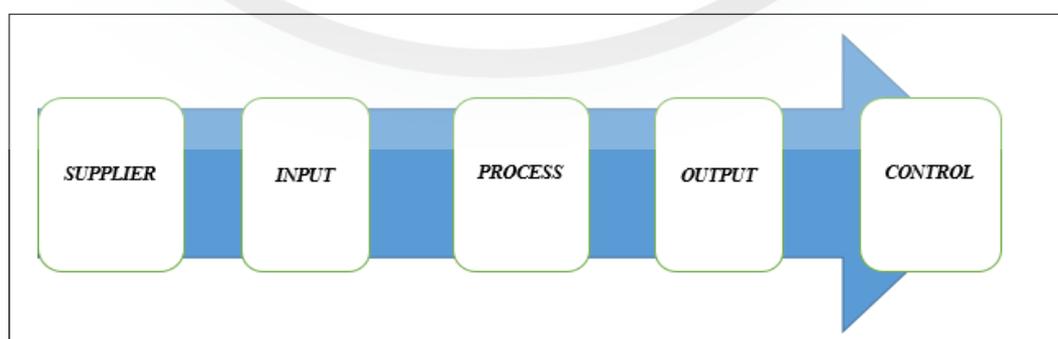
Menurut Gasperz (2005, hal.35) Ada beberapa orang atau kelompok orang dengan peran generik beserta gelar-gelar yang umum dipakai dalam program Six Sigma sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Contoh dari beberapa peran generik dalam program Six Sigma

No.	Peran Generik dengan Berbagai gelar atau "Belt"
1	Dewan kepemimpinan ( <i>Leadership Council</i> ), Dewan Kualitas ( <i>Quality Council</i> ), Komite Pengarah ( <i>Steering Committee</i> ), <i>Six Sigma</i> , <i>Senior Champion</i>
2	<i>Champions</i>
3	<i>Master Black Belts</i>
4	<i>Black Belts</i>
5	<i>Green Belts</i>
6	Anggota Tim ( <i>Team Member</i> )

### 2.5.1.2 Mendefinisikan Proses Kunci Serta Pelanggan dari Proyek Six Sigma

Menurut Tannady (2015, h.30) Diagram SIPOC memberikan gambaran menyeluruh terhadap keseluruhan proses kerja. Diagram SIPOC yang baik dapat menampilkan sebuah aliran kerja yang kompleks ke dalam visualisasi yang sederhana dan mudah dipahami oleh setiap orang yang berkepentingan terhadap proses kerja atau membuat improvisasi ke dalam proses kerja. Model diagram SIPOC dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Diagram SIPOC

Nama SIPOC merupakan akroni memasok elemen utama dalam sistem kualitas yaitu (Vincent Gaspersz):

1. *Suppliers*

*Supplier* merupakan orang atau kelompok yang memberikan informasi kunci, material, atau sumberdaya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub-proses, maka sub-proses sebelumnya dapat dianggap sebagai pemasok internal (internal Suppliers).

2. *Inputs*

*Inputs* adalah segala sesuatu yang berkaitan pemasok (suppliers) kepada proses.

3. *Processes*

*Processes* merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal, menabuh nilai kepada input (proses transformasi nilai tambah kepada inputs). Sesuatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub-proses.

4. *Outputs*

*Output* merupakan produk (barang dan jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur *output* dapat berupa barang setenga jadi maupun barang jadi (*final product*). Termasuk kedalam *outputs* kedalam informasi-informasi kunci dari proses.

5. *Customers*

*Customer* merupakan orang atau kelompok orang, atau sub-proses yang menerima output. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub-proses, maka sub-proses sesudahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal (internal customers).

### 2.5.1.3 Mendefinisikan Pernyataan Tujuan Proyek Six Sigma

Menurut Gasperz (2005, hal.62) Terhadap setiap proyek *Six Sigma* yang terpilih, harus mendefinisikan isu-isu, nilai-nilai, dan sasaran atau tujuan dari proyek itu. Pernyataan tujuan proyek harus ditetapkan untuk setiap proyek *Six Sigma* yang terpilih. Struktur pertanyaan masalah atau isu-isu yang diangkat dalam proyek *Six Sigma* mampu menjawab beberapa pertanyaan berikut yang

dikelompokkan ke dalam 5W-2H (*What, Where, When, Who, Why, How, and How-Much*) seperti ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Struktur pernyataan masalah dalam proyek six sigma

<b>What?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Apa yang menjadi masalah paling penting dan mendesak untuk diselesaikan?</li> <li>➤ Apa kesempatan (<i>opportunities</i>) atau kesenjangan (<i>gap</i>) yang ada?</li> <li>➤ Apa proses atau sub-proses yang dilibatkan?</li> </ul>
<b>Where?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Di mana akan dilakukan pengamatan masalah itu? (Departemen, Wilayah, Unit Bisnis, dll)</li> </ul>
<b>When?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bilamana pengamatan terhadap masalah itu akan dilakukan? (Berkaitan dengan waktu: hari/ minggu/ bulan, sebelum/ sesudah implementasi proyek, dll)</li> </ul>
<b>Who?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Siapa yang akan bertanggung jawab dalam melakukan aktivitas pengamatan dan penyelesaian masalah? (Individu/ Kelompok, dll)</li> </ul>
<b>Why?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mengapa kita melakukan semua aktivitas di atas? (pemilihan dan pengamatan masalah, penunjukan orang untuk melakukan aktivitas, dll) <b>Catatan:</b> setiap hal yang dikemukakan seyogianya berdasarkan alasan-alasan rasional</li> </ul>
<b>How?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Bagaimana melakukan aktivitas pengamatan dan solusi masalah? (pengumpulan data dan pengukuran, analisis data dan informasi, pembuatan keputusan, dll)</li> </ul>

Sumber : Gasperz (2002, h.63)

### 2.5.2 Measure (M)

Menurut Gasperz (2002, h.71) *Measure (M)* Merupakan langkah operasional yang kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap MEASURE (M), 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 proses, *output*, dan/atau *outcome*, 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*.

### 2.5.2.1 Menetapkan Karakteristik Kualitas (*Critical To Quality*) Kunci

Menurut Gasperz (2002, h.72) karakteristik kualitas (*Critical-to-Quality* = *CTQ*) adalah kunci yang ditetapkan sebaiknya berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan, yang diturunkan secara langsung dari persyaratan-persyaratan *output* dan pelayanan. Sebelum melaksanakan pengukuran terhadap setiap karakteristik kualitas (*CTQ*), maka kita perlu mengevaluasi sistem pengukuran yang ada agar menjamin efektivitas sepanjang waktu. Organisasi kelas dunia yang menerapkan *Six Sigma* biasanya menggunakan karakteristik berikut untuk mengevaluasi sistem pengukuran kinerja mereka.

1. Biaya yang dikeluarkan untuk pengukuran sebaiknya tidak lebih besar daripada manfaat yang diterima.
2. Setiap pengukuran harus dimulai pada permulaan proyek *Six Sigma*. Berbagai masalah yang berkaitan dengan kualitas beserta kesempatan-kesempatan untuk meningkatkannya dirumuskan secara jelas.
3. Pengukuran harus secara sederhana dan memunculkan data yang mudah untuk digunakan, mudah dipahami, dan mudah melaporkannya.
4. Pengukuran harus dilakukan pada sistem secara keseluruhan, yang menjadi ruang lingkup dari proyek *Six Sigma*.
5. Karakteristik kualitas yang dalam proyek *Six Sigma* disebut sebagai *CTQ* (*Critical-to-Quality*) yang diukur seyogianya telah dipahami secara jelas terutama mengenai keterkaitan *CTQ* itu dan sasaran proyek *Six Sigma*.
6. Pengukuran sebaiknya melibatkan semua individu yang berada dalam proses yang terlibat dengan proyek *Six Sigma*.
7. Pengukuran harus diterima dan dipercaya sebagai sah (*valid*) oleh mereka yang akan menggunakannya. Hal ini berarti data sebagai hasil pengukuran harus akurat.
8. Umpan balik harus diberikan pada waktu yang tepat kepada operator dan manajer, agar kinerja dapat disesuaikan untuk menuju sasaran dari proyek *Six Sigma*.

9. Pengukuran harus mengandung hal-hal yang bermakna serta cukup terperinci agar dapat digunakan dan dipahami oleh mereka yang terlibat dan berkepentingan dengan proyek *Six Sigma*.
10. Pengukuran harus berfokus pada tindakan korektif dan peningkatan, bukan sekadar pada pemantauan (*monitoring*) atau pengendalian.

#### **2.5.2.2 Mengembangkan Rencana Pengumpulan Data**

Menurut Gasperz (2002, hh.100-101) Pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tingkat, yaitu :

*a) Pengukuran pada tingkat proses (process level)*

Adalah mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas *input* yang diserahkan oleh pemasok (*supplier*) yang mengendalikan dan memengaruhi karakteristik kualitas *output* yang diinginkan. Tujuan dari pengukuran pada tingkat ini adalah mengidentifikasi perilaku yang mengatur setiap langkah dalam proses, dan menggunakan ukuran-ukuran ini untuk mengendalikan dan meningkatkan proses operasional serta memperkirakan *output* yang akan dihasilkan sebelum *output* itu diproduksi atau diserahkan kepada pelanggan.

*b) Pengukuran pada tingkat output (output level)*

Adalah mengukur karakteristik kualitas *output* yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan terhadap spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan.

*c) Pengukuran pada tingkat outcome (outcome level)*

Adalah mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang dan/atau jasa) itu memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi rasional dari pelanggan, jadi mengukur tingkat kepuasan pelanggan dalam menggunakan produk (barang dan/atau jasa) yang diserahkan. Pengukuran pada tingkat *outcome* merupakan tingkat tertinggi dalam pengukuran kinerja kualitas.

#### **2.5.2.3 Mengembangkan Rencana Pengumpulan Data**

Menurut Gasperz (2002, hh.100-101) Pengukuran karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tingkat, yaitu :

a) Pengukuran pada tingkat proses (*process level*)

Mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas *input* yang diserahkan oleh pemasok (*supplier*) yang mengendalikan dan memengaruhi karakteristik kualitas *output* yang diinginkan. Tujuan dari pengukuran pada tingkat ini adalah mengidentifikasi perilaku yang mengatur setiap langkah dalam proses, dan menggunakan ukuran-ukuran ini untuk mengendalikan dan meningkatkan proses operasional serta memperkirakan *output* yang akan dihasilkan sebelum *output* itu diproduksi atau diserahkan kepada pelanggan.

b) Pengukuran pada tingkat output (*output level*)

Adalah mengukur karakteristik kualitas *output* yang dihasilkan dari suatu proses dibandingkan terhadap spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan oleh pelanggan.

c) Pengukuran pada tingkat outcome (*outcome level*)

Adalah mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang dan/atau jasa) itu memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi rasional dari pelanggan, jadi mengukur tingkat kepuasan pelanggan dalam menggunakan produk (barang dan/atau jasa) yang diserahkan. Pengukuran pada tingkat *outcome* merupakan tingkat tertinggi dalam pengukuran kinerja kualitas.

#### 2.5.2.4 Pengukuran *Baseline* Kinerja pada Tingkat *Output*

- **Perhitungan Kapabilitas Proses**

Pada tahapan ini dikenal dengan dua jenis data yaitu:

- 1) Data Atribut (*Attribute Data*) adalah data kualitatif yang dihitung menggunakan daftar pencacahan atau *tally* untuk keperluan pencatatan dan analisis. Data atribut ini bersifat diskrit. Jika suatu catatan hanya merupakan suatu ringkasan atau klasifikasi yang berkaitan dengan sekumpulan persyaratan yang telah ditetapkan, maka catatan itu disebut sebagai "atribut". Contoh data atribut karakteristik kualitas adalah: ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan administrasi buku tabungan nasabah, banyaknya jenis cacat pada produk, banyaknya produk kayu lapis yang cacat karena *corelap*, dan lain-lain. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit-unit

nonkonformansi/ketidaksesuaian atau cacat/kegagalan terhadap spesifikasi kualitas yang ditetapkan.

2) Data variabel (*variables Data*) yaitu data kuantitatif yang diukur menggunakan alat pengukuran tertentu untuk keperluan pencatatan dan analisis. Data variabel bersifat kontinyu. Jika suatu catatan dibuat berdasarkan keadaan aktual, diukur secara langsung, maka karakteristik kualitas yang diukur itu disebut sebagai variabel. Contoh data variabel karakteristik kualitas adalah: diameter pipa, ketebalan produk kayu lapis, berat semen dalam kantong, konsentrasi elektrolit dalam persen, dan lain-lain. Ukuran-ukuran berat, panjang, lebar, tinggi, diameter, *volume* merupakan data variabel.

- **Contoh Perhitungan *Baseline* Kinerja Atribut Karakteristik Kualitas pada Tingkat *Output* Pembuatan Boneka Plastik**

Terdapat jenis-jenis cacat yang sering ditemukan pada produk adalah: (1) permukaan tergores, (2) retak, (3) bagian-bagian dari produk tidak lengkap, dan (4) bentuk tidak serasi. Dalam terminologi *Six Sigma*, menyatakan bahwa *Critical To Quality* (CTQ) potensial yang menimbulkan kegagalan (banyaknya karakteristik CTQ) adalah 4, jadi CTQ Potensial = empat (4). Contoh perhitungan baseline kinerja dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Contoh kapabilitas sigma dan DPMO dari proses pembuatan produk

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang anda ingin ketahui?	-	Pembuatan Boneka
2	Berapa banyak unit produk yang diperiksa?	-	1800
3	Berapa banyak unit produk yang gagal/cacat	-	207

Lanjutan Tabel 2. 4 Contoh kapabilitas sigma dan DPMO dari proses pembuatan produk

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
4	Hitung tingkat cacat (kegagalan) berdasarkan pada langkah 3	(langkah 3)/(langkah 2)	0,115
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan cacat (kegagalan)	= banyaknya karakteristik CTQ	4
6	Hitung peluang tingkat cacat (kegagalan) per karakteristik CTQ	=(langkah 4)/(langkah 5)	0,02875
7	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	= (langkah 6) x 1.000.000	28,750
8	Konversi DPMO (langkah 7) ke dalam nilai sigma (lihat Tabel Lampiran 2)	-	3,40
9	Buat kesimpulan	-	Kapabilitas sigma adalah 3,40 (rata-rata kinerja industri di Indonesia)

Sumber: Gasperz (2002, h.167)

Tabel 2.5 Cara memperkirakan kapabilitas proses untuk data atribut

Periode	Banyak Produk yang Diperiksa	Banyak Produk yang Cacat	Banyak CTQ Potensial Penyebab Kecacatan	DPMO	Sigma
1	150	25	4	41.667	3,23
2	125	13	4	26	3,44

Lanjutan Tabel 2. 5 Cara memperkirakan kapabilitas proses untuk data atribut

Periode	Banyak Produk yang Diperiksa	Banyak Produk yang Cacat	Banyak CTQ Potensial Penyebab Kecacatan	DPMO	Sigma
3	100	12	4	30	3,38
4	90	10	4	27.778	3,41
5	120	15	4	31.25	3,36
6	80	6	4	18.75	3,58
7	100	7	4	17.5	3,61
8	120	9	4	18.75	3,58
9	150	24	4	40	3,25
10	140	13	4	23.214	3,49
11	130	15	4	28.846	3,40
12	150	26	4	43.333	3,21
13	100	9	4	22.5	3,50
14	120	11	4	22.917	3,50
15	125	12	4	24	3,48
Proses	1800	207	4	28.750	3,40

**Keterangan Perhitungan:**

DPMO {Banyak produk yang cacat/(Banyak produk yang diperiksa x CTQ Potensial)} x 1.000.000

Misal untuk proses secara keseluruhan:

DPMO Proses = { 207/ (1800 x 4)} x 1.000.000 = 0,02875 x 1.000.000 = 28.750

Selanjutnya melalui konversi DPMO ke Nilai Sigma (dari tabel konversi DPMO ke nilai sigma) diketahui bahwa untuk DPMO = 28.750 adalah paling dekat dengan DPMO = 28.716 pada Nilai Sigma = 3,40. Sehingga memilih angka ini.

Sumber : Gasperz (2002, h.166)

### 2.5.3 Analyze (A)

Menurut Tannady (2015, hal.32) Pada tahap Analyze berfungsi untuk memberikan masukan atas prioritas dalam upaya penanggulangan penyebab masalah kecacatan. Memperlihatkan dampak dari kegagalan proses dan produk akhir terhadap konsumen, menguraikan penyebab kegagalan hingga sampai akar penyebab permasalahan dan memberikan masukan bagi upaya improvisasi.

#### 2.5.3.1 Menentukan Stabilitas dan Kapabilitas Proses

Menurut Gasperz (2002, h.200) Proses industri harus dipandang sebagai suatu peningkatan terus-menerus (*continuous improvement*), yang dimulai dari sederet siklus sejak adanya ide-ide untuk menghasilkan suatu produk (barang dan/jasa), pengembangan produk, proses produksi/operasi, sampai kepada

distribusi kepada pelanggan. Berdasarkan informasi sebagai umpan balik yang dikumpulkan dari pengguna produk (pelanggan) itu kita dapat mengembangkan ide-ide untuk menciptakan produk baru atau memperbaiki produk lama beserta proses produksi/operasi yang ada saat ini.

Perbaikan kinerja sistem industri modern harus bisa mencakup keseluruhan sistem industri itu dari kedatangan material sampai kepada pelanggan dan desain ulang produk (barang dan/atau jasa) untuk masa mendatang. Program *Six Sigma* adalah membawa proses industri untuk beroperasi pada kondisi dimana proses industri yang memiliki stabilitas (*stability*) dan kemampuan (*capability*), sehingga mencapai tingkat kegagalan nol (*zero defects oriented*). Dalam menentukan apakah suatu proses berada dalam kondisi stabil dan mampu, maka kita membutuhkan alat-alat atau metode statistika sebagai alat-alat atau metode statistika sebagai alat analisis.

### 2.5.3.2 Menetapkan Target Kinerja dari Karakteristik Kualitas (CTQ) Kunci

Menurut Gasperz (2002, h.229) Setelah melakukan analisis kapabilitas proses, maka Tim Proyek *Six Sigma* harus menetapkan target-target kinerja dari setiap karakteristik kualitas (CTQ) kunci untuk ditingkatkan selama masa proyek *Six Sigma* itu. Penerapan target kinerja harus mempertimbangkan kemampuan proses dan kesiapan sumber-sumber daya yang ada.

Secara konseptual penetapan target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* merupakan hal yang sangat penting, oleh karena itu harus mengikuti prinsip “*SMART*” dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Prinsip Smart

Pernyataan	Tujuan
<i>Specific</i>	Target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas <i>Six Sigma</i> harus bersifat spesifik yang dinyatakan secara tegas. Target kinerja berkaitan langsung dengan peningkatan kinerja dari setiap karakteristik kualitas (CTQ) yang berkaitan langsung dengan kebutuhan pelanggan dan mempengaruhi kepuasan pelanggan.

Lanjutan Tabel 2.6 Prinsip Smart

Pernyataan	Tujuan
<i>Measurable</i>	Target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas <i>Six Sigma</i> harus dapat diukur menggunakan indicator pengukuran (metrik) yang tepat, guna mengevaluasi keberhasilan, peninjauan ulang, dan tindakan perbaikan di waktu mendatang. Pengukuran harus mampu memunculkan fakta-fakta yang dinyatakan secara kuantitatif menggunakan angka-angka.
<i>Achievable</i>	Target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas harus dapat dicapai melalui usaha-usaha yang menantang ( <i>challenging efforts</i> ).
<i>Result-Oriented</i>	Target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas <i>Six Sigma</i> harus berfokus pada hasil-hasil berupa peningkatan kinerja dari setiap karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang telah didefinisikan dan ditetapkan.
<i>Time-Bound</i>	Target kinerja dalam proyek peningkatan kualitas <i>Six Sigma</i> harus menetapkan batas waktu pencapaian target kinerja dari setiap karakteristik kualitas (CTQ) kunci itu dan target kinerja itu harus dicapai pada batas waktu (tepat waktu) yang telah ditetapkan.

### 2.5.3.3 Mengidentifikasi Sumber-sumber dan Akar Penyebab Masalah Kualitas

Menurut Tannady (2015, hal.36) *Cause Effect Diagram* atau Diagram Sebab Akibat, dikemukakan pertama kali oleh Prof. Dr. Kaoru Ishikawa. Kaoru Ishikawa adalah seorang insinyur Teknik Kimia yang hidup dari Tahun 1916 sampai 1989 dan merupakan ketua dari Musashi Institute of Technology. Tahun 1939, Ishikawa memperoleh gelar Doktor dalam bidang Teknik Kimia dari *Tokyo University* dan memperkenalkan konsep kualitas yang kemudian terkenal dengan nama "*Quality Control*" pada Tahun 1949. Konsep ini kemudian diperkenalkan kepada ikatan insinyur dan ilmuwan Jepang, atau yang lebih dikenal dengan nama JUSE (*Union of Japan Scientist & Engineers*). Beberapa penghargaan diraihnya terkait sumbangsih

di dalam upaya peningkatan kualitas, seperti *Eugene Grant Award* pada Tahun 1972 dan *Shewhart Medal* pada Tahun 1988.

Secara umum *Cause Effect Diagram* adalah sebuah gambaran grafis yang menampilkan data mengenai faktor penyebab dari kegagalan atau ketidak sesuaian, hingga menganalisa ke *sub* paling dalam dari faktor penyebab timbulnya masalah. Bentuk analisa pada *Cause Effect Diagram* adalah berupa data yang secara dominan dikumpulkan dengan cara subyektif atas pengamatan dan analisa yang bisa jadi berasal dari hal-hal obyektif atau subyektif dengan menggunakan data Kuantitatif atau Kualitatif. Analisa yang dibangun haruslah berasal dari pengamat-pengamat atau orang yang kompeten pada area yang dibahas. Faktor penting dari analisa adalah pemimpin tim harus mampu membangkitkan ide-ide dan gagasan dari setiap anggota tim dalam merumuskan faktor-faktor penyebab kegagalan. *Brainstorming* dan *FGD (Forum Grup Discussion)* dapat dilakukan untuk mengumpulkan ide dan pendapat dari tim. Contoh Diagram Sebab Akibat dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Diagram Sebab Akibat  
(Sumber: Indra Rusmana Putra, 2018)

Tahapan yang bisa dilakukan untuk analisis diagram sebab akibat ini adalah (Amri. 2008):

- 1). Mendefinisikan permasalahan
- 2). Menyeleksi metode analisis
- 3). Menggambarkan kotak masalah dan panah utama
- 4). Menspesifikasikan kategori utama sumber-sumber yang mungkin menyebabkan masalah

- 5). Mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah
- 6). Menganalisis sebab-sebab dan mengambil tindakan

#### 2.5.4 Improve (I)

Pada tahapan *improve* rencana-rencana tindakan (*action plan*) akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu. Bentuk-bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana, juga harus direncanakan pada tahapan ini.

Pengembangan rencana tindakan adalah salah satu aktivitas yang penting dalam program kualitas Six Sigma, yang berarti bahwa dalam tahapan ini tim peningkatan kualitas Six Sigma harus memutuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang ditetapkan), alasan kegunaan rencana tindakan itu harus dilakukan, di mana rencana tindakan itu akan diterapkan atau dilakukan, bilamana rencana tindakan itu akan dilakukan, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu, dan berapa besar biaya untuk melaksanakan rencana tindakan itu serta manfaat positif yang diterima dari implementasi rencana tindakan.

#### 2.6 Kelebihan dan Kekurangan Alat dan Metode Kualitas

Kelebihan dan kekurangan alat dan metode dalam melakukan perbaikan kualitas dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kelebihan dan kekurangan metode kualitas

Alat dan Metode	Karakteristik	Kelebihan	Kekurangan
SIX SIGMA (Thomas Pyzdek)	<i>Six Sigma</i> merupakan strategi karena terfokus terhadap peningkatan kepuasan pelanggan, disebut disiplin ilmu karena mengikuti model formal, yaitu DMAIC ( <i>Define, Measure, Analyze, Improve, Contro</i> ) dan alat karena digunakan bersamaan dengan yang lainnya, seperti Diagram Pareto ( <i>Pareto Chart</i> ) dan Histogram	Dapat melakukan perbaikan produktivitas, pengurangan waktu siklus, pengurangan cacat, retensi pelanggan, pertumbuhan pangsa pasar, pengurangan biaya.	Perencanaan diperlukan waktu yang sangat lama, diperlukan ketekunan dalam menjalankan strategi ini karena untuk mendapatkan suatu produk yang baik harus dilakukan pemantauan secara teratur. Diperlukan orang-orang yang terlatih dan memiliki pengetahuan tinggi

Lanjutan Tabel 2.6 Kelebihan dan kekurangan metode kualitas

Alat dan Metode	Karakteristik	Kelebihan	Kekurangan
<p><b>FTA</b> <b>(Bell Telephone Laboratories)</b></p>	<p>FTA merupakan teknik untuk mengidentifikasi kegagalan (<i>failure</i>) dari suatu system. FTA berorientasi pada fungsi atau yang lebih dikenal dengan ‘<i>top down approach</i>’ karena analisa ini berawal dari system level (<i>top</i>) dan meneruskannya ke bawah.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bersifat sistematis, Menentukan interaksi yang sangat kompleks</li> <li>2. Memberikan pandangan secara kualitatif dengan mudah terhadap plant</li> <li>3. Dapat digunakan untuk mengevaluasi sesuatu yang tidak pasti</li> <li>4. Penyebab dasar dan logis dalam penyebab kerugian bisa dimengerti.</li> <li>5. Dapat membuat tindakan pencegahan yang tepat untuk mengeliminir penyebab dasar sehingga kerugian yang sama tidak akan muncul lagi.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tidak ada jaminan semua kejadian awal sudah teridentifikasi</li> <li>2. Kekurangan dari model konsep dan model matematika</li> <li>3. Menggunakan simbol logika boolean untuk menguraikan penyebab <i>top event</i>, sehingga tentu saja diperlukan pemahaman terlebih dahulu terhadap simbol-simbol tersebut</li> <li>4. Keefektifan analisis ini sangat bergantung kepada pemilihan <i>top event</i>.</li> </ol>
<p><b>FMEA</b> <b>(Militer AS)</b></p>	<p><i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) merupakan suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (<i>failure mode</i>). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Meningkatnya keakuratan dari perkiraan terhadap peluang dari kegagalan yang akan dikembangkan, khususnya juga data dari peluang realibilitas didapat dengan menggunakan FMEA.</li> <li>2. Realibilitas dari produk akan meningkat</li> </ol>	<p>Semua dianalisis dan didokumentasikan , sampai kegagalan.</p>

Lanjutan Tabel 2.7 Kelebihan dan kekurangan metode kualitas

Alat dan Metode	Karakteristik	Kelebihan	Kekurangan
SEVEN TOOLS (Kouru Ishikawa)	<i>Seven tools</i> , merupakan salah satu alat statistik untuk mencari akar permasalahan kalitas, sehingga manajemen kualitas dapat menggunakan <i>seven tools</i> tersebut untuk mengetahui akar permasalahan terhadap produk yang mengalami cacat, serta dapat mengetahui penyebab-penyebab terjadinya cacat.	Penyajian yang mudah dipahami. Dapat digunakan pada bidang produk maupun Jasa. Pencarian masalah yang detail.	Pengambilan data dengan cara <i>brainstorming</i> sehingga harus turun ke operator.

## 2.7 Pareto Diagram

Tannady (2015, hal 42-44) Vilfredo Federico Damaso Pareto, seorang ekonom dan sosiolog yang lahir pada 15 Juli 1848 di Paris, Perancis adalah orang yang mengemukakan konsep efisiensi Pareto dan Hukum Pareto yang menyatakan bahwa 80 % dari akibat berasal atau dihasilkan oleh 20 % penyebab atau bisa juga diterjemahkan dengan 80 % hasil usaha adalah buah dari 20 % usaha yang produktif dan optimal. Dalam sudut pandang yang negatif, Hukum Pareto juga bisa mengandung makna bahwa 80 % dari kegagalan merupakan tanggung jawab 20 % penyebab, atau 80 % produk cacat disebabkan 20% faktor dari keseluruhan produksi.

Pareto kemudian mengembangkan sebuah diagram untuk menggambarkan faktor-faktor penyebab dari sebuah masalah, kemudian pemecahan masalah haruslah berfokus atau memprioritaskan 80% penyebab mayoritas/dominan terlebih dahulu. Manfaat yang akan diperoleh dengan menggunakan Diagram Pareto adalah seorang analis akan mengetahui gambaran statistik penyebab masalah yang menjadi fokus awal untuk dipecahkan. Cara atau tahapan dalam membuat Diagram Pareto adalah sebagai berikut:

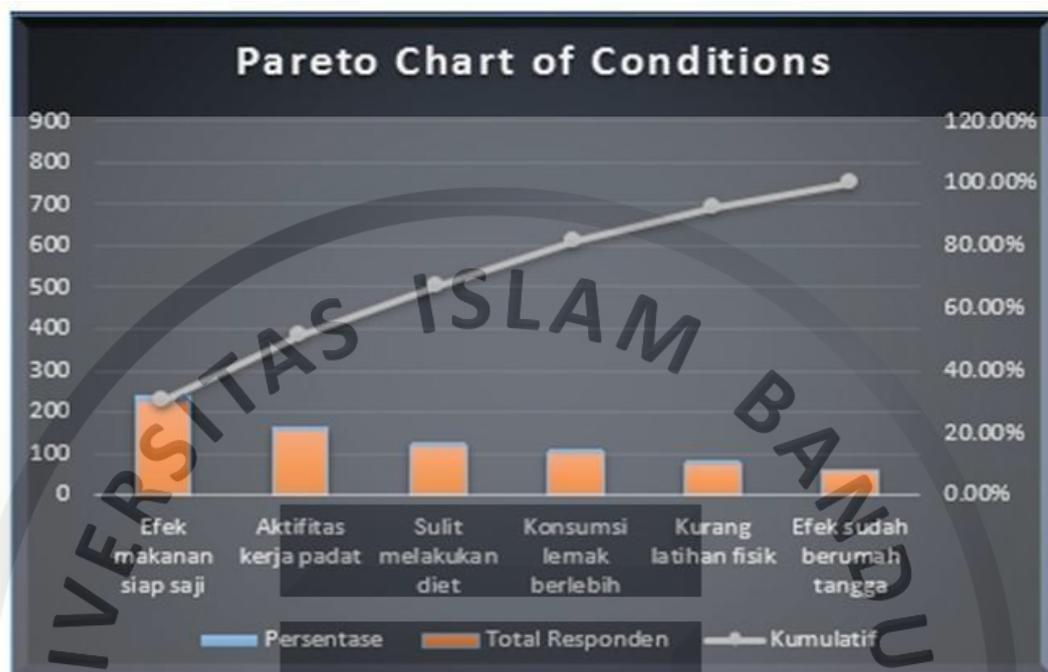
1. Melakukan identifikasi atas sebuah masalah yang ingin dianalisa penyebab-penyebab dari masalah tersebut dan dipecahkan.
2. Menganalisa dan temukan semua faktor penyebab masalah (dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti: pengukuran lapangan, wawancara, data sekunder, dan lain sebagainya),
3. Membuat frekuensi atas setiap penyebab timbulnya masalah ke dalam bentuk angka dan persentase,
4. Kemudian buatlah sebuah model sumbu X dan Y, namun hanya menggunakan kuadran 2, yakni pada area X positif dan Y positif,
5. Sumbu Y digunakan sebagai frekuensi dari setiap penyebab, sedangkan sumbu X digunakan untuk mendata setiap faktor penyebab.
6. Interpretasikan-lah setiap faktor penyebab dengan menggunakan model batang,
7. Urutkanlah faktor penyebab dimulai dari yang paling besar frekuensinya hingga penyebab dengan frekuensi terkecil,
8. Gunakan bagian kanan dari sumbu X untuk mengakumulasikan persentasenya hingga genap 100 %, dengan memberi tanda berupa titik dari setiap batang menuju persentase, kemudian ditarik garis ke titik 100 %.

Berikut adalah contoh kasus yang dipetakan penyebabnya dengan menggunakan Diagram Pareto. Hasil dari sebuah survei terhadap warga kota ABC dengan tingkat kegemukan melebihi Batas WBM (*Weight Body Mass*) menyimpulkan bahwa dari total responden 550 Wanita dan 250 Pria, penyebab dari faktor kegemukan yang mereka alami adalah sebagai berikut:

1. Aktivitas kerja padat (168 orang)
2. Konsumsi lemak berlebih (113 orang)
3. Efek makanan siap saji (240 orang)
4. Kurang Latihan Fisik (84 orang)
5. Efek sudah berumah tangga (65 orang)
6. Sulit melakukan diet (130 orang)

Dari data tersebut, kemudian dibuat sebuah Diagram Pareto untuk memetakan penyebab masalah (pada kasus ini “kegemukan” adalah masalah)

dimulai dari yang memiliki frekuensi terbesar hingga terkecil. Gambar 2.4 memperlihatkan contoh dari Diagram Pareto untuk menggambarkan permasalahan tersebut.



Gambar 2.4 Contoh gambar diagram pareto

Dari Gambar 2.4, kita dapat melihat pemetaan faktor penyebab dari kegemukan warga di kota ABC. Menurut Hukum Pareto, fokus dari penyelesaian masalah harus diprioritaskan kepada 80 % penyebab dari permasalahan. Pada kasus ini “Efek makanan siap saji (30%)”, “Aktivitas kerja padat (21%)”, “Sulit melakukan diet (16,3%)”, dan “Konsumsi lemak berlebih (14,1%)” merupakan faktor penyebab yang perlu mendapat prioritas perhatian (Karena merupakan 80% besar penyebab masalah) dari pemerintah apabila kegemukan warga ini mulai dianggap sebuah masalah.

## 2.8 Peta Kendali (P-Chart)

Peta Kontrol **P** Merupakan peta kontrol untuk data atribut dengan jenis *reject* data. Hal yang membedakan peta kontrol P dengan NP adalah pada jumlah sampel, di mana peta kontrol P menggunakan jumlah sample yang bervariasi. Berikut adalah rumus untuk mencari nilai CL, UCL, dan LCL pada peta kontrol

P. Peta Kontrol P merupakan Peta kontrol untuk proporsi atau perbandingan antara banyaknya produk yang cacat dengan jumlah sample yang bervariasi.

- Rumus mencari garis tengah untuk peta kendali P:

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

.....(11.4)

Keterangan:

p = proporsi kesalahan dalam setiap sampel

x = banyaknya produk yang salah/ditolak dalam setiap sampel

n = banyaknya sampel yang diambil/diperiksa dalam inspeksi

- Rumus mencari rata-rata sample

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

.....(11.5)

Keterangan :

$n_i$  : Sample ke i

g : Banyaknya observasi

- Rumus batas Kendali untuk peta kendali P:

$$CL = \bar{p} = \frac{\sum x_i}{\sum n_i} \quad \dots\dots\dots(11.6)$$

$$UCL = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad \dots\dots\dots(11.7)$$

$$LCL = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad \dots\dots\dots(11.8)$$

Keterangan :

$x_i$  : Banyak produk yang ditolak dalam setiap sample

UCL : *Upper Control Limit*

LCL : *Lower Control Limit*

## 2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian terhadap penanggulangan produk cacat pada perusahaan telah banyak dilakukan beberapa peneliti sebelumnya. Penelitian meliputi pencarian penyebab terjadinya produk cacat sampai prioritas perbaikannya. Terdapat tiga penelitian yang membahas tentang penanggulangan produk cacat sesuai dengan alat

analisis yang akan digunakan. Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Berikut merupakan penelitian terdahulu.

Penelitian pertama yaitu dilakukan oleh Ibrahim Ghiffari pada tahun 2013 dengan topik mengurangi produk cacat di CV. Miracle Bandung. Penelitian pertama mencari penyebab terjadinya kecacatan produk dengan metode Six sigma. Nilai sigma sebelum penerapan adalah 1,3. Berdasarkan diagram sebab-akibat pada langkah analyze faktor manusia atau tenaga kerjanya adalah operator kurang disiplin dan sering kelelahan dalam bekerja, sehingga menurunkan ketelitian karyawan. Menurut faktor mesin produksinya terdapat perangkat yang harus diganti dan adanya kekurangan perangkat berupa mesin pengering. Tidak adanya SOP yang baku tentang penjemuran dan pengeringan menjadikan penyebab terjadinya masalah menurut metode produksinya. Pada bahan baku masih terdapat material yang dibawah standart perusahaan.

Setelah mendapatkan penyebab-penyebab terjadinya kecacatan produk dengan diagram sebab-akibat, penelitian berlanjut dengan menggunakan analisi FMEA untuk mencari prioritas perbaikan pada perusahaan. FMEA sendiri 11 masuk pada langkah improve dalam metode six sigma. Terdapat empat proses produksi yang bisa diperbaiki di dalam perusahaan. Perbaikan tersebut berupa proses penggunaan tiner, penyablonan, pengeringan dan penyimpanan. Nilai RPN yang tertinggi terdapat pada proses penjemuran, oleh karena itu perbaikan diprioritaskan pada proses penjemurannya dengan memberikan SOP yang jelas agar tidak terjadi perbedaan antar produk, atau produk cacat. Nilai sigma sebelum penerapan adalah 1,3 dan berubah menjadi 2,05 setelah melakukan penerapan Six sigma.

Penelitian kedua yang dilakukan oleh Masoud Hekmatpanah untuk mengetahui penyebab masalah kerusakan pada Sepahan Oil Iran yang dilakukan pada tahun 2011. Penelitian menggunakan Six sigma sebagai langkah untuk meneliti kasus yang ada. Berdasarkan analisa diagram sebab-akibat pada langkah analyze, ditemukan bahwa masalah kecacatan pada produk menurut faktor materialnya berupa terdapatnya bahan baku seperti minyak mentah yang kotor.

Pada faktor lingkungan kerja adanya gangguan berupa listrik dan air yang sering terputus. Terdapat pemeliharaan pada bagian mesin yang kurang maksimal dan kurangnya pendingin pada mesin. Kurangnya pelatihan, ketelitian dan kedisiplinan pada faktor SDM nya. Setelah melakukan analisis penyebab masalah dengan diagram sebab-akibat, maka dilanjutkan pada pencarian prioritas perbaikan dengan menggunakan metode FMEA pada langkah improve.

Meurut analisis FMEA, RPN tertinggi terdapat pada proses pemotongan plat, kesalahan yang terjadi pada pemotongan plat yaitu perangkat yang tidak 12 disesuaikan dengan jenis plat karena kurangnya ketelitian operator. Perbaikan dioptimalakan dengan melakukan pengawasan yang lebih baik pada operator pemotongan plat agar tidak terjadi produk yang tidak seragam. Setelah melakukan tahapan Six sigma ditemukan perbedaan yang signifikan pada nilai sigmanya, yaitu 3,8 sebelum melakukan tahapan berubah menjadi 4,7 setelah melakukan tahapan sigma.

Penelitian ketiga dilakukan oleh Wibisono dan Suteja ( 2013) melakukan implemmentasi metode DMAIC – Six Sigma pada perbaikan mutu untuk proses spring adjuster pada PT.X . Pada tahap define digunakan diagram SIPOC untuk mengetahui ruang lingkup dari perusahaan yang diteliti, kemudian dijelaskan ada 4 karakteristik kualitas kritis yang dimiliki produk spring adjuster dari 10 karakteristik kualitas berdasarkan CTQ. Tahap measure dilakukan pengukuran jumlah cacat berdasarkan karakteristik CTQ yang paling berpengaruh. Kemudian dilakukan pengukuran nilai DPMO dan sigma, dan dihasilkan nilai sigma sebesar 3,19 yaitu kurang dari capaian 6 sigma. Pada tahap analisis dilakukan untuk mencari akar masalah dengan menggunakan fishbone diagram untuk setiap karakteristik cacat yang ditemukan. Kemudian pada tahap improve dilakukan perancangan beberapa alat bantu untuk mendukung proses produksi yang berjalan. Kemudian untuk tahap control dilakukan uji coba selama beberapa dan diuji secara statistik mengenai hasil perancangan yang telah dilakukan. Setelah dilakukan implementasi DMAIC ini jumlah cacat pada produk menurun dari 0,28 cacat per unit menjadi 0,05 cacat per unit.