

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini dijelaskan mengenai penelitian terdahulu yang telah dilakukan serta studi literatur atau teori-teori yang digunakan dalam penelitian ini.

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian terdahulu memiliki peran cukup penting dalam penelitian ini, untuk dijadikan referensi serta memberikan gambaran tentang penelitian dengan topik terkait pengendalian kualitas yang dilakukan. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh beberapa sumber berkenaan dengan metode *Six Sigma*:

1. Permatasari (2014) melakukan penelitian untuk mengurangi produk cacat pada produksi genteng menggunakan metode *Six Sigma* yang didukung oleh penerapan fase DMAIC dan *Taguchi*. Cacat yang terjadi pada produksi genteng meliputi genteng retak, pecah, gopel, gosong dan keropos. *Setting* level optimal dari hasil eksperimen *Taguchi* yaitu, waktu proses pengeringan selama 8 jam, waktu pembakaran selama 9 jam, komposisi tanah liat:pasir (80%:20%) dan jumlah penggilingan sebanyak 3 kali. Dengan menggunakan *setting* level optimal tersebut, nilai level sigma meningkat pada setiap CTQ, terjadi penurunan persentase cacat dari 11,96% menjadi 6,88% dan nilai *Quality Loss Function* (QLF) mengalami penurunan dari kondisi aktual.
2. Izmet (2015). Penelitian dilakukan di perusahaan yang bergerak dibidang industri pembuatan kain. Permasalahan yang terjadi adalah adanya produk cacat atribut pada proses pembuatan benang. Metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah *Six Sigma* yang dilakukan hingga fase *improve*. Hasil dari penelitian ini didapatkan nilai sigma 4,604. Rekomendasi perbaikan yang diberikan antara lain berupa pembuatan *checklist* komponen *spindle*, penggantian mur, dan membuat evaluasi kerja bagi operator, serta pembuatan *checklist* komponen *lappet* yang dilakukan saat proses perawatan mesin.
3. Sari (2016). Penelitian ini membahas mengenai cacat yang terjadi pada proses Mesin *Flexo F* pembuatan produk *corrugated carton box*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis cacat terbesar yang terjadi serta faktor yang mempengaruhi terjadinya cacat pada proses Mesin *Flexo F*. Analisis pada penelitian ini dilakukan

menggunakan metode *Six Sigma* dengan pendekatan DMAI (*define, measure, analyze* dan *improve*), diagram batang, *Control Chart (p-chart)*, *Cause and Effect Diagram*, dan FMEA. Hasil dari penelitian ini berupa langkah perbaikan untuk mengurangi jumlah cacat yang terjadi pada proses Mesin *Flexo F*.

Tabel 2.1  
Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Objek	Metode	Hasil
1	Permatasari, dkk (2014)	<i>Defect</i> dalam proses pembuatan genteng.	DMAIC, Taguchi	Didapatkan <i>setting level</i> yang optimal sehingga terjadi penurunan persentase cacat dari 11,96% menjadi 6,88% dan penurunan nilai <i>Quality Loss Function (QLF)</i> .
2	Izmet, dkk (2015)	Cacat atribut pada proses pembuatan benang.	DMAI	Rekomendasi perbaikan berupa pembuatan <i>checklist</i> komponen <i>spindle</i> , penggantian mur, dan membuat evaluasi kerja bagi operator, serta pembuatan <i>checklist</i> komponen <i>lappet</i> yang dilakukan saat proses perawatan mesin
3	Sari, dkk (2016)	Cacat pada proses Mesin <i>Flexo</i> pembuatan produk <i>corrugated carton box</i>	DMAI, FMEA	Didapatkan rekomendasi perbaikan pada proses produksi menggunakan Mesin <i>Flexo F</i> .

## 2.2 Kualitas

Sebelum membicarakan lebih lanjut mengenai pengendalian kualitas, terlebih dahulu kita harus memahami apa itu 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 promosi yang secara otomatis mampu menaikkan atau menurunkan nilai jual produk dari perusahaan. Menurut Juran (1992), ia mengungkapkan bahwa kualitas dapat didefinisikan sebagai *fitness for use*, yaitu kesesuaian antara fungsi dan kebutuhan yang didalamnya terdapat dua hal penting yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Ciri-ciri produk yang memenuhi permintaan pelanggan. Kualitas yang lebih tinggi memungkinkan perusahaan meningkatkan kepuasan pelanggan, membuat produk laku terjual, dapat bersaing dengan pesaing, meningkatkan pangsa pasar dan volume penjualan, serta dapat dijual dengan harga yang lebih tinggi.

2. Bebas dari kekurangan. Kualitas yang tinggi menyebabkan perusahaan dapat mengurangi tingkat kesalahan, mengurangi pengerjaan kembali dan pemborosan, mengurangi biaya garansi, mengurangi ketidakpuasan pelanggan, mengurangi inspeksi dan pengujian, memperpendek waktu pengiriman produk ke pasar, meningkatkan hasil dan kapasitas dan memperbaiki kinerja penyampaian produk atau jasa.

Sedangkan menurut ISO 9001 dalam Kadarisman (1994), kualitas adalah gambaran dari karakteristik menyeluruh kebutuhan-kebutuhan yang ditentukan baik yang tersurat maupun tersirat. Vincent Gasperz menyatakan kualitas sebagai segala sesuatu yang dapat memuaskan pelanggan atau sesuai dengan persyaratan dan kebutuhan pelanggan. Selain itu didefinisikan juga bahwa kualitas sebagai konsistensi peningkatan dan penurunan variasi karakteristik produk, agar dapat memenuhi spesifikasi dan kebutuhan guna meningkatkan kepuasan pelanggan internal maupun eksternal.

Berbagai pengertian tentang kualitas yang dinyatakan oleh para ahli memberikan suatu kesamaan, yaitu kualitas adalah memenuhi kebutuhan pelanggan. Artinya, suatu barang atau jasa dinyatakan berkualitas apabila karakteristik barang atau jasa tersebut sesuai dengan kebutuhan pelanggan.

### **2.3 Pengendalian Kualitas**

Setelah mengetahui apa itu kualitas, selanjutnya dijelaskan mengenai apa itu pengendalian kualitas. Menurut Ishikawa (1990), pengendalian kualitas merupakan suatu bentuk pemeriksaan yang khusus dengan menggunakan metode tertentu yang digunakan untuk menganalisa, mengumpulkan data, pengendalian keputusan dalam proses produksi untuk mencapai kualitas produk berdasarkan spesifikasi yang telah ditentukan.

Penekanan pengendalian kualitas terletak pada pengujian produk untuk mendapatkan produk yang cacat. Dalam pemilihan produk yang diuji, biasanya dilakukan pemilihan produk secara acak (menggunakan teknik *sampling*). Setelah menguji produk yang cacat, hal tersebut akan dilaporkan kepada manajemen pembuat keputusan apakah produk dapat dirilis atau ditolak. Hal ini dilakukan guna menjamin kualitas dan merupakan upaya untuk meningkatkan dan menstabilkan proses produksi (dan proses-proses lainnya yang terkait) untuk menghindari, atau setidaknya meminimalkan, isu-isu yang mengarah kepada kecacatan-kecacatan di tempat pertama, yaitu pabrik.

Menurut Sofjan Assauri (2004:210) tujuan dari pengendalian kualitas adalah sebagai berikut.

1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
3. Mengusahakan agar biaya design dari produk dan proses dengan menggunakan mutu produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

## 2.4 Six Sigma

Salah satu alat untuk melakukan pengendalian kualitas dengan mengetahui tingkat kecacatan sehingga dapat dirumuskan langkah perbaikannya adaah melalui metode *Six Sigma*. Menurut Antony da Banuelas (dalam Ariani, 2004:189), *Six Sigma* didefinisikan sebagai strategi perbaikan bisnis untuk meghilangkan pemborosan, mengurangi biaya yang disebabkan oleh kualitas yang buruk, dan memperbaiki efektifitas dan efisiensi semua kegiatan operasi, sehingga mampu memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan. *Six Sigma* merupakan suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) untuk setiap transaksi produk baik barang maupun jasa dengan upaya menuju kesempurnaan (kegagalan nol) (Gasperz, 2002). *Six Sigma* harus menjadi bagian dari strategi manajemen, karena *Six Sigma* menghendaki perubahan nilai-nilai dan budaya dalam pengenalan kepada seluruh anggota organisasi dan perubahan substansial dalam struktur dan infrastruktur organisasi. Konversi *yield* ke DPMO dan nilai sigma dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2

Konversi *Yield* ke DPMO dan Nilai Sigma

Nilai Sigma	DPMO ( <i>Defect Per Milion Opportunity</i> )	<i>Yield</i> (Probabilitas tanpa cacat)
1	690.000	30,9%
2	308.000	62,9%
3	66.800	93,3%
4	6.210	99,4%
5	320	99,98%
6	3,4	99,99%

Sumber: Gasperz (2002:11)

### 2.4.1 Perhitungan DPMO (*Defect Per Milion Opportunities*) dan Level Sigma

Sebelum melakukan perhitungan DPMO, terlebih dahulu dilakukan perhitungan untuk mencari nilai DPO (*Defect Per Opportunity*). DPO (*Defect Per Opportunity*) merupakan suatu ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukan

kegagalan per sejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas *Six Sigma* 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) (Gasperz, 2002:7). Setelah mendapatkan nilai DPMO, maka selanjutnya akan dihitung nilai level sigma. Berikut merupakan rumus perhitungan untuk mendapatkan nilai DPMO dan level sigma:

1. Perhitungan DPO (*Defect Per Opportunity*)

$$DPO = \frac{\text{Banyak produk cacat}}{\text{Jumlah produk yang diproduksi=CTQ}} \quad (2-1)$$

Sumber: Gasperz (2002:6)

2. Perhitungan DPMO (*Defect Per Milion Opportunities*)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (2-2)$$

Sumber: Gasperz (2002:6)

3. Perhitungan level sigma dengan menggunakan *Microsoft Excel*

$$\text{Level sigma} = \text{normsinv} \left( \frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (2-3)$$

Sumber: Gasperz (2002:6)

#### 2.4.2 Tahap-tahap Pengendalian Kualitas dengan *Six Sigma*

Berikut merupakan tahap-tahap pengendalian kualitas berdasarkan siklus DMAIC yang meliputi:

1. *Define*

*Define* merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini perlu didefinisikan beberapa hal yang terkait dengan (Gasperz, 2002:31).

- a. Kriteria pemilihan proyek *Six Sigma*.
- b. Peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek *Six Sigma*.
- c. Kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlibat dalam proyek *Six Sigma*.
- d. Proses-proses kunci dalam proyek *Six Sigma* beserta pelanggannya.
- e. Kebutuhan spesifik dari pelanggan.
- f. Pernyataan tujuan proyek *Six Sigma*.

2. *Measure*

*Measure* merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Terdapat 3 hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *measure*, yaitu (Gasperz, 2002:72):

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

Menurut Gasperz (2002:101), pengumpulan karakteristik kualitas dapat dilakukan pada tiga tingkat, antara lain:

- 1) Pengukuran pada tingkat proses (*Process Level*) adalah mengukur setiap langkah atau aktifitas dalam proses dan karakteristik kualitas *output* yang diinginkan.
- 2) 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.
- 3) 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 yang diserahkan. Pengukuran pada tingkat ini merupakan tingkat tertinggi dalam pengukuran kinerja kualitas.

### 3. *Analyze*

*Analyze* merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini perlu dilakukan beberapa hal sebagai berikut (Gasperz, 2002:200):

- a. Menentukan stabilitas dan kapabilitas atau kemampuan dari proses.
- b. Menetapkan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek *Six Sigma*.
- c. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan.
- d. Mengkonversikan banyak keggalan ke dalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*).

### 4. *Improve*

Pada tahap ini ditetapkan suatu rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Rencana tindakan mendeskripsikan alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan/ atau alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana tindakan. Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tim peningkatan kualitas *Six Sigma* harus

memutuskan target yang ingin dicapai, mengapa rencana tindakan dilakukan, dimana rencana tindakan dilakukan, bagaimana rencana tindakan dilakukan, siapa yang menjadi penanggung jawab, serta biaya untuk melaksanakan rencana tindakan (Gasperz, 2002:282).

#### 5. *Control*

*Control* merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini, hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam peningkatan proses distandardisasi dan disebarluaskan, prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim *Six Sigma* kepada pemilik atau penanggung jawab proses. Tujuan dari standardisasi adalah sebagai tindakan pencegahan untuk memunculkan kembali masalah kualitas yang pernah ada dan telah diselesaikan (Gasperz, 2002:282).

### 2.5 Alat-alat Pengendalian Kualitas

Manajemen kualitas sering disebut *the problem solving* dikarenakan manajemen kualitas menggunakan metodologi dalam penyelesaian masalah untuk mengadakan perbaikan kualitas. Seorang ahli pengendalian kualitas statistik dari Jepang, Kaoru Ishikawa, percaya bahwa statistik mampu menyelesaikan 95% persoalan kualitas. Ishikawa menyarankan untuk meningkatkan penggunaan statistik dengan melatih semua orang dalam organisasi agar dapat menggunakan dan menguasai alat-alat statistik yang digunakan sebagai teknik pengendalian kualitas. Teknik perbaikan kualitas tersebut dikenal dengan nama *Seven Tools*, yang meliputi Diagram Pareto, Histogram, Lembar Pengecekan (*Check Sheet*), Analisis Metriks, Diagram Sebab Akibat, Diagram Penyebaran (*Scatter Diagram*), Diagram Alir (*Flow Chart*), serta Diagram Pengendali (*Control Chart*) (Ariani, 2004:18).

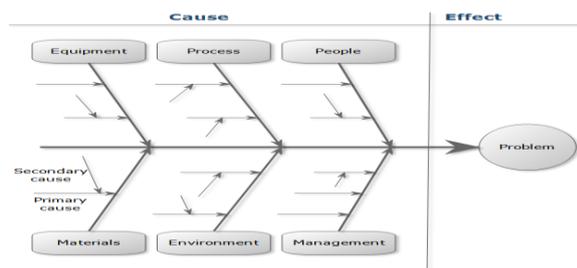
#### 2.5.1 Diagram Pareto

Diagram Pareto diperkenalkan oleh seorang ahli yaitu Alfredo Pareto. Diagram Pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian (Gasperz, 2002). Diagram Pareto ini merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang terpenting untuk segera diselesaikan (ranking tertinggi) sampai dengan yang tidak harus segera diselesaikan (ranking terendah).

### 2.5.2 Diagram Sebab Akibat

Ketika ditemukan produk cacat dan telah dilakukan identifikasi masalah, langkah selanjutnya adalah menganalisa penyebab potensial dari akibat yang tidak diinginkan (cacat). Diagram sebab akibat adalah alat yang berguna untuk mengidentifikasi penyebab potensial dari akibat yang ditimbulkan (Montgomery, 2009). 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 menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab dari suatu masalah untuk selanjutnya diambil tindakan perbaikan. Dari akibat tersebut kemudian dicari beberapa kemungkinan penyebabnya. Untuk mencari penyebab dari suatu permasalahan, dapat digunakan teknik *brainstorming* dari seluruh personil yang terlibat dalam proses yang sedang dianalisis. Diagram sebab akibat merupakan alat yang berguna pada fase *analyze* pada siklus DMAIC. Diagram sebab akibat menggambarkan hubungan karakteristik dan faktor penyebab kecacatan, sumber-sumber penyebab kecacatan yang timbul dari bahan baku, tenaga kerja, mesin, metode dan lingkungan.

Hal yang paling penting agar mampu mencapai solusi masalah yang efektif dan efisien adalah memahami bahwa setiap akibat memiliki paling sedikit dua penyebab dalam bentuk penyebab yang dapat dikendalikan dan penyebab yang tidak dapat dikendalikan. Untuk setiap penyebab yang tidak dapat dikendalikan terdapat lagi dua kategori penyebab yaitu penyebab yang dapat diprediksi dan penyebab yang tidak dapat dikendalikan namun dapat diprediksi wajib menjadi perhatian utama dari peneliti untuk menyelesaikan masalah-masalah kualitas (Gasperz, 2002). Berikut merupakan gambar diagram sebab akibat yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram sebab akibat  
Sumber: Adityo (2013)

### 2.5.3 Peta Kendali

Peta kendali merupakan gambaran grafis yang sejalan dengan waktu yang menunjukkan batas atas dan batas bawah proses yang ingin dikendalikan dan merupakan sebuah alat bantu

untuk menggambarkan stabilitas suatu proses kerja (Heizer dan Render, 2006:268). Peta kendali sangat bermanfaat untuk memonitor proses operasional atau produksi, agar bila terjadi suatu penyimpangan dapat segera ditangani. Peta kendali adalah metode statistik yang membedakan adanya variasi atau penyimpangan karena sebab umum dan sebab khusus. Peta kendali digunakan untuk mengadakan perbaikan kualitas proses, menentukan kemampuan proses, menentukan spesifikasi-spesifikasi yang efektif, menentukan kapan proses dapat dijalankan sendiri dan kapan dibuat penyesuaiannya, serta menemukan penyebab dari tidak diterimanya standar kualitas tersebut. Sampel *output* proses diambil dan rata-rata sampel ini dipetakan pada sebuah diagram yang memiliki batas. Nilai dari karakteristik kualitas digambarkan sepanjang sumbu Y, sedangkan sumbu X menggambarkan sampel atau sub-grup dari karakteristik kualitas. Terdapat tiga garis pada grafik pengendali (*Control Chart*), yaitu:

1. *Center Line* (CL), garis yang menunjukkan nilai tengah atau nilai rata-rata dari karakteristik kualitas yang di-plot-kan pada peta kendali.
2. *Upper Control Limit* (UCL), garis diatas garis pusat yang menunjukkan batas kendali atas.
3. *Lower Control Limit* (LCL), garis dibawah garis pusat yang menunjukkan batas kendali bawah.

Garis-garis tersebut ditentukan dari data historis, terkadang besarnya UCL dan LCL ditentukan oleh *confidence interval* dari kurva normal. Dengan peta kendali (*control chart*), kita dapat menarik kesimpulan tentang apakah variasi proses konsisten (dalam batas kendali) atau tidak dapat diprediksi (diluar batas kendali karena dipengaruhi oleh *special cause of variation*, yaitu variasi yang terjadi karena faktor dari luar sistem). Jika terdapat data yang berada diluar batas kendali atas dan batas kendali bawah serta pada pola data tidak acak atau random maka dapat diambil kesimpulan bahwa data berada diluar kendali statistik.

### 2.5.3.1 Peta Kendali untuk Data Atribut

Menurut Besterfield (1994) atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan, misalnya goresan, kesalahan warna atau bagian yang hilang. Selain itu, atribut digunakan apabila pengukuran dapat dibuat tapi tidak dibuat karena alasan waktu, biaya dan kebutuhan.

Peta kendali untuk data atribut dapat membantu mengidentifikasi akar permasalahan baik pada tingkat umum maupun pada tingkat yang lebih mendetail. Sementara itu, peta

kendali kualitas proses statistik untuk data variabel biasanya digunakan untuk menentukan alasan khusus pada situasi *out of statistical control* (Ariani, 2004).

### 1. Peta *Control p*

Peta *Control p* digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang diisyaratkan (Ariani, 2004). Bila sampel diambil untuk setiap kali melakukan observasi jumlahnya sama, maka kita akan menggunakan peta kendali proporsi kesalahan (*p-chart*) maupun banyaknya kesalahan (*np-chart*), namun bila sampel yang diambil bervariasi untuk setiap kali melakukan observasi berubah-ubah jumlahnya atau memang perusahaan tersebut akan melakukan inspeksi 100% inspeksi maka harus menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (*np-chart*) (Ariani, 2004).

#### a. Proporsi Kesalahan

$$p = \frac{\sum np}{\sum n} \quad (2-4)$$

Sumber: Besterfield (1994)

Keterangan:

P = Proporsi cacat pada subgroup

Np = Jumlah cacat yang terjadi pada *subgroup*

N = Jumlah sampel yang diinspeksi pada *subgroup*

#### b. Garis Pusat

$$\bar{p} = \frac{np}{p} \quad (2-5)$$

Sumber: Besterfield (1994)

Keterangan:

$\bar{p}$  = Rata-rata proporsi cacat pada *subgroup*

#### c. Batas Kendali Atas (BKA) atau *Upper Control Limit (UCL)*

$$UCL \bar{p} = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2-6)$$

Sumber: Besterfield (1994)

Keterangan:

$\bar{p}$  = Rata-rata proporsi cacat pada seluruh *subgroup*

n = Jumlah sampel yang diinspeksi pada sebuah *subgroup*

#### d. Batas Kendali Bawah (BKB) atau *Lower Control Limit (LCL)*

$$LCL \bar{p} = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2-7)$$

Sumber: Besterfield (1994)

Keterangan:

$\bar{p}$  = Rata-rata proporsi cacat pada seluruh *subgroup*

$n$  = Jumlah sampel yang diinspeksi pada sebuah *subgroup*

## 2.6 Critical To Quality

*Critical to Quality* (CTQ) adalah kunci karakteristik yang dapat diukur dari sebuah produk atau proses yang harus mencapai performansi standard atau batas/limit dari spesifikasinya agar dapat memuaskan keinginan dan kebutuhan dari pelanggan. *Critical to Quality* merupakan atribut-atribut yang sangat penting karena berkaitan langsung dengan kepuasan pelanggan, yang merupakan elemen dari suatu produk, proses atau praktek-praktek yang berdampak pada kualitas. *Critical to Quality* dapat digunakan untuk mengidentifikasi proses atau produk yang diperbaiki untuk menerjemahkan permintaan pelanggan.

## 2.7 Kapabilitas Proses untuk Data Atribut

Atribut dalam pengendalian kualitas menunjukkan karakteristik kualitas yang sesuai dengan spesifikasi atau tidak sesuai dengan spesifikasi. Menurut Besterfield (dalam Ariani, 2004:130), atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan, misalnya goresan, kesalahan warna atau bagian yang hilang.

Keberhasilan implementasi program peningkatan kualitas *Six Sigma* ditunjukkan melalui peningkatan kapabilitas proses dalam menghasilkan produk menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Perhitungan nilai kapabilitas proses digunakan untuk mengetahui kemampuan dari proses saat ini dalam menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Khusus untuk data atribut untuk mengetahui nilai kapabilitas proses dapat menggunakan nilai DPMO dan level sigma sebagai ukuran kemampuan proses yang sesungguhnya.

Perhitungan indeks kapabilitas proses ( $C_p$ ) dilakukan untuk mengetahui apakah proses saat ini telah dianggap mampu atau *capable* atau tidak dalam menghasilkan produk atau *output* sesuai dengan spesifikasi. Nilai indeks kapabilitas proses untuk data atribut didapatkan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$C_p = \frac{\text{Level Sigma}}{3} \quad (2-8)$$

Sumber: Susetyo (2011)

Menurut Gasperz (2002:16), kriteria penilaian  $C_p$  adalah sebagai berikut.

$C_p \geq 2,00$ . Kapabilitas proses sangat baik dan mampu memenuhi spesifikasi target kualitas yang telah ditetapkan oleh pelanggan dengan tingkat kegagalan mendekati nol.

$1,00 \leq C_p \leq 1,99$ . Kapabilitas proses berada pada tingkat tidak hingga cukup mampu, sehingga perlu peningkatan proses guna menuju target kegagalan nol.

$C_p \leq 1,00$ . Kapabilitas proses rendah dan sangat tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol.

## **2.8 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

Menurut Gasperz (2002:246), FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure modes*). Suatu mode kegagalan merupakan apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan-perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk tersebut. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Selain itu, FMEA dapat meningkatkan keandalan dari produk dan pelayanan.

Proses FMEA merupakan sebuah teknik analisis yang digunakan oleh tim *manufacturing* yang bertanggung jawab untuk meyakinkan bahwa untuk memperluas kemungkinan cara-cara kegagalan dan mencari penyebab yang telah dipertimbangkan dan dituangkan kedalam bentuk form yang tepat, sebuah FMEA merupakan ringkasan dari pemikiran tim *engineering* (termasuk analisa dari item-item yang dapat berjalan tidak sesuai dengan keinginan berdasarkan pengalaman dari masa lalu) sebagaimana proses dikembangkan.

Berikut merupakan proses dari FMEA, antara lain:

1. Mengidentifikasi produk yang potensial yang berkaitan dengan cara-cara kegagalan proses.
2. Memperkirakan efek bagi konsumen yang potensial yang disebabkan oleh kegagalan.
3. Mengidentifikasi sebab-sebab yang potensial pada proses perakitan dan mengidentifikasi variabel-variabel pada proses yang berguna untuk memfokuskan pada pengendalian untuk mengurangi kegagalan atau mendeteksi keadaan-keadaan kegagalan.
4. Mengembangkan sebuah daftar peringkat dari cara-cara kegagalan potensial, ini menetapkan sebuah sistem prioritas sebagai pertimbangan melakukan tindakan perbaikan.
5. Mendokumentasikan hasil-hasil dari proses produksi atau proses perakitan.

FMEA dapat diterapkan dalam semua bidang, baik manufaktur maupun jasa, juga pada semua jenis produk. Pada dasarnya terdapat dua jenis penggunaan FMEA, yaitu:

#### 1. FMEA Desain

FMEA desain digunakan untuk membantu menghilangkan kegagalan-kegagalan yang terkait dengan desain, misalnya kegagalan karena kekuatan yang tidak tepat, material yang tidak sesuai dan lain-lain. Tujuan dari FMEA desain adalah menentukan apakah suatu desain produk tepat atau sesuai untuk aplikasi dan mengurangi banyaknya mode kegagalan yang terkait dengan desain yang pernah dialami oleh pelanggan. Manfaat penggunaan FMEA desain dalam peningkatan kualitas *Six Sigma* adalah meningkatkan kepuasan pelanggan, meningkatkan reputasi dan penjualan produk, mengurangi kebutuhan untuk perubahan-perubahan rekayasa (*engineering changes*) sehingga menurunkan biaya dan mengurangi waktu siklus pengembangan produk.

#### 2. FMEA Proses

FMEA proses digunakan untuk mengidentifikasi penyimpangan-penyimpangan potensial yang mungkin dari setiap spesifikasi dan menghilangkan atau meminimumkan penyimpangan-penyimpangan itu melalui deteksi dan/atau pencegahan perubahan-perubahan dalam variabel-variabel proses. Manfaat penggunaan FMEA proses dalam peningkatan kualitas *Six Sigma* adalah mengidentifikasi masalah-masalah potensial sebelum produk itu diproduksi, membantu menghindari *scrap* dan pekerjaan ulang (*rework*), mengurangi banyaknya kegagalan produk yang dialami oleh pelanggan sehingga dapat meningkatkan kepuasan pelanggan dan menjamin suatu *start-up* produksi yang lebih mulus.

### 2.8.1 Tahap-tahap FMEA

Berikut merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan FMEA, antara lain:

#### 1. Penentuan Mode Kegagalan

Penentuan mode kegagalan yang potensial pada setiap proses mode kegagalan adalah suatu keadaan dimana proses dapat berpotensi gagal memenuhi persyaratan proses atau desain. Mode kegagalan dapat berupa penyebab terhadap potensi kegagalan pada proses selanjutnya atau dampak dari potensi kegagalan dalam FMEA. Kegagalan tersebut antara lain:

- a. *No function*: proses tidak berfungsi secara total atau tidak dapat dioperasikan.
- b. *Partial/ over function*: tidak memenuhi spesifikasi secara keseluruhan.

- c. *Intermittent function*: memenuhi spesifikasi tetapi tidak dapat berfungsi penuh karena ada faktor luar, misalnya kelembaban dan lingkungan.
- d. *Unintended function*: interaksi beberapa bagian yang telah benar secara individu, tetapi tidak menghasilkan informasi yang diinginkan bila disatukan.
2. Penentuan Nilai *Severity* (S)

*Severity* merupakan suatu estimasi atau perkiraan subyektif tentang bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan itu. *Severity* berupa angka dengan menggunakan skala 1 sampai 10, dimana nilai 1 menunjukkan keseriusan terendah (resiko kecil) dan nilai 10 menunjukkan tingkat keseriusan tertinggi (sangat beresiko) (Gasperz, 2002:250). Kriteria nilai *severity* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3  
Nilai *Severity*

Rangking	Kriteria	<i>Severity</i>
1	Pengaruh buruk yang dapat diabaikan. Manajemen tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk. Pengguna akhir mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan atau kegagalan ini.	Tidak ada dampaknya
2	Pengaruh buruk yang sangat ringan. Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja.	Sangat minor
3	Pengaruh buruk yang ringan. Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja.	Minor
4	Pengaruh buruk yang sangat rendah. Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja atau penampilan, namun masih berada dalam batas toleransi.	Sangat rendah dampaknya
5	Pengaruh buruk yang rendah. Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja atau penampilan, namun masih berada dalam batas toleransi.	Rendah dampaknya
6	Pengaruh buruk yang sedang. Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja atau penampilan, namun masih berada dalam batas toleransi.	Sedang dampaknya
7	Pengaruh buruk yang tinggi. Pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak dapat diterima, berada diluar batas toleransi.	Tinggi dampaknya
8	Pengaruh buruk yang sangat tinggi. Pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak dapat diterima, berada diluar batas toleransi.	Sangat tinggi dampaknya
9	Masalah kewanasan/keselamatan potensial. Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya yang dapat terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu.	Berbahaya
10	Masalah kewanasan/keselamatan sangat potensial. Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya yang dapat terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu.	Sangat berbahaya

Sumber: Borrer (2008)

### 3. Penentuan Nilai *Occurance* (O)

*Occurance* adalah suatu perkiraan subyektif tentang probabilitas atau peluang bahwa penyebab itu terjadi, akan menghasilkan mode kegagalan yang memberikan akibat tertentu (Gasperz, 2002:250). Nilai dari *occurance* berupa skala nilai antara 1-10, dimana skala nilai ini menunjukkan frekuensi dari terjadinya kegagalan. Kriteria nilai *occurance* dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4  
Nilai *Occurance*

Rangking	Kriteria	Defect
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang menyebabkan mode kegagalan	1 dalam 1.000.000
2	Kegagalan akan jarang terjadi	1 dalam 20.000
3		1 dalam 4000
4	Kegagalan agak mungkin terjadi	1 dalam 1000
5		1 dalam 400
6		1 dalam 80
7	Kegagalan sangat mungkin terjadi	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi	1 dalam 8
10		1 dalam 2

Sumber: Gasperz (2002:250)

### 4. Penentuan Nilai *Detection* (D)

*Detection* merupakan suatu perkiraan subyektif tentang bagaimana efektivitas dari metode pencegahan atau deteksi menghilangkan metode kegagalan (Gasperz, 2003:53). Nilai *detection* ditunjukkan pada skala nilai 1 sampai 10. Kriteria nilai *detection* dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5  
Nilai *Detection*

Rangking	<i>Detection</i>	Kriteria
10	Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi
9	Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan
8	Jarang	Alat pengontrol saat ini sulit untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan
7	Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah
6	Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah
5	Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang
4	Lumayan tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi

Rangking	Detection	Kriteria
3	Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi
2	Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat tinggi
1	Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti

Sumber: Hansen (2011:46)

##### 5. Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN)

*Risk Priority Number* (RPN) adalah nilai yang menyatakan skala keseriusan dari suatu resiko. RPN merupakan produk matematis dari keseriusan *effect* (*Severity*), kemungkinan terjadinya *cause* menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effects* (*Occurrence*) dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (*Detection*). RPN dapat dihasilkan melalui persamaan sebagai berikut.

$$RPN = S \times O \times D \quad (2-9)$$

Nilai RPN dari setiap masalah yang potensial dapat digunakan untuk membandingkan penyebab-penyebab yang teridentifikasi selama dilakukan analisis. Umumnya RPN jatuh diantara batas yang ditentukan, tindakan perbaikan dapat diusulkan atau dilakukan untuk melakukan risiko. Ketika menggunakan teknik *risk assessment*, sangat penting untuk mengingat bahwa tingkat RPN adalah *relative* terhadap analisis tertentu (dilakukan dengan sebuah set skala peringkat yang umum dan analisis tim yang berusaha untuk membuat peringkat yang konsisten untuk semua penyebab masalah yang teridentifikasi selama melakukan analisis). Untuk itu, sebuah RPN didalam suatu analisa dapat dibandingkan dengan RPN yang lainnya didalam analisa yang sama, tapi dapat dibandingkan terhadap RPN didalam satu analisa yang lain.

Secara umum, analisis FMEA dipengaruhi oleh tim yang bekerja secara *cross function* pada tahap yang bervariasi pada waktu desain, proses pengembangan dan perakitan, yang pada umumnya terdiri dari:

- a. *Item function*: mengidentifikasi item atau proses yang akan menjadi subjek dari analisis. Termasuk beberapa penyelidikan terhadap desain dan karakteristik-karakteristik reliabilitas.
- b. *Potential Failure Mode*: mengidentifikasi kegagalan yang diketahui dan potensial yang dapat mencegah atau menurunnya kemampuan dari item atau proses untuk bekerja sesuai fungsinya.

- c. *Failure Effect of Failure*: mengidentifikasi efek-efek yang diketahui dan potensial yang mungkin muncul dari setiap kegagalan yang terjadi (*potential failure mode*).
- d. *Potential Cause of Failure*: mengidentifikasi penyebab yang diketahui dan potensial untuk setiap kegagalan yang terjadi (*potential failure mode*).
- e. *Current Control*: memeriksa mekanisme *control* yang ada untuk mengeliminasi atau menurunkan kemungkinan kegagalan muncul.
- f. *Recommended Action*: mengidentifikasi tindakan perbaikan yang perlu dilakukan yang bertujuan untuk mengeliminasi atau menurunkan resiko dan dilanjutkan dengan melengkapi dengan melakukan *recommended action*.
- g. *Responsibility and Target Completion Date*: organisasi dan nama individu yang bertanggung jawab terhadap *recommended action* beserta tanggal tercapainya target.

Halaman ini sengaja dikosongkan