

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Kualitas

Profitabilitas adalah salah satu faktor utama dalam upaya pencapaian sukses bisnis sebuah korporasi. Keuntungan yang besar ditentukan dari tingkat keberhasilan aktivitas penjualan yang disertai dengan pemanfaatan biaya produksi-operasional yang rendah. Kesuksesan penjualan adalah langkah awal yang banyak ditentukan dari derajat kualitas suatu produk/jasa yang ditawarkan dengan harga yang rasional. Peningkatan kualitas dan upaya penekanan biaya produksi-operasional adalah masalah penting di keseluruhan proses industrialisasi, baik di industri-industri manufaktur maupun jasa pelayanan.

Six Sigma adalah sebuah inisiatif dalam upaya mengembangkan dan meningkatkan nilai-nilai keunggulan korporasi dalam menghadapi tingkat persaingan bisnis global yang sangat intensif. Bagaimanapun, kualitas adalah sebuah pendekatan strategis yang merupakan kebangkitan dari konsep-konsep strategi dalam aktivitas bisnis korporasi. Sebelum mempelajari konsep-konsep pengembangan dan peningkatan kualitas lebih lanjut, sangatlah perlu untuk memahami terlebih dahulu apa yang dimaksud dengan kualitas.

2.2 Definisi Kualitas

kualitas adalah sebuah pendekatan strategis yang merupakan kebangkitan dari konsep-konsep strategi dalam aktivitas bisnis korporasi (Hidayat, 2006). Sebelum mempelajari konsep-konsep pengembangan dan peningkatan kualitas lebih lanjut, sangatlah perlu untuk memahami terlebih dahulu apa yang dimaksud dengan kualitas

Pengertian kualitas menurut beberapa ahli sebagai berikut :

“Kualitas; sesuatu yang tidak dapat dipisahkan dari karakteristik, derajat, atau nilai-nilai dari suatu keunggulan”. (*American Heritage Dictionary, 1996*)

“kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture, dan maintenance*, dalam mana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan. “feigenbaum (1991)”

“Kualitas merupakan suatu kondisi yang berhubungan dengan produk dan jasa manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan”. (Tjiptono,2001:4)

“kualitas; adalah mengerjakan dengan cara yang benar, dan setiap saat berpikir dengan cara yang benar”. (Motorola, 2003)

Berdasarkan pemaparan diatas, yang dimaksud kualitas adalah kesesuaian produk yang dihasilkan perusahaan dengan dikerjakan dengan cara yang benar dan tepat.

Kualitas kecocokan dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk pemilihan proses pembuatan, latihan dan pengawasan tenaga kerja, jenis sistem jaminan kualitas (pengendalian proses, uji, aktivitas pemeriksaan dan sebagainya) yang digunakan, seberapa jauh prosedur jaminan kualitas diikuti, dan motivasi tenaga kerja untuk mencapai kualitas.

Tiap produk mempunyai jumlah unsur yang bersama-sama menggambarkan kecocokan penggunaannya. Parameter-parameter ini biasa dinamakan ciri-ciri kualitas ada beberapa jenis yaitu:

1. Fisik, meliputi : panjang, voltase, berat, kekentalan dan lain-lain.
2. Indera, meliputi : rasa, penampilan, warna, dan lain-lain.
3. Orientasi waktu, meliputi : keandalan (dapat dipercaya), dapat dirawat.

Kualitas menjadi faktor dasar keputusan konsumen dalam memilih produk dan jasa. Akibat kualitas adalah faktor kunci yang membawa keberhasilan bisnis dan peningkatan posisi bersaing. Program jaminan kualitas yang efektif dapat meningkatkan penetrasi pasar, produktivitas lebih tinggi dan biaya pembuatan barang dan jasa secara keseluruhan menjadi lebih rendah. Perusahaan dengan program seperti itu dapat menikmati keuntungan-keuntungan persaingan yang bermakna.

2.2.1 Pengendalian Kualitas

Pengendalian merupakan alat bagi manajemen untuk memperbaiki produk bila diperlukan, mempertahankan kualitas produk yang sudah tinggi dan mengurangi jumlah produk yang rusak. Pengertian pengendalian kualitas menurut pendapat beberapa ahli yaitu sebagai berikut:

Pengertian pengendalian kualitas menurut pendapat Montgomery (1990) merupakan aktivitas keteknikan dan manajemen yang dengan aktivitas itu kita ukur ciri-ciri kualitas produk, membandingkan dengan spesifikasi atau persyaratan, dan mengambil tindakan penyehatan yang sesuai apabila ada perbedaan antara penampilan yang sebenarnya dan yang standar.

Pengertian pengendalian kualitas menurut pendapat Handoko (2000) merupakan upaya mengurangi kerugian-kerugian akibat produk rusak dan banyaknya sisa produk atau scrap. Pengertian pengendalian kualitas menurut pendapat Assauri (1999) adalah merencanakan dan melaksanakan cara yang paling ekonomis untuk membuat sebuah barang yang akan bermanfaat dan memuaskan tuntutan konsumen secara maksimal.

Berdasarkan pemaparan diatas, yang dimaksud dengan pengendalian kualitas merupakan alat yang paling penting bagi manajemen produksi untuk menjaga, memelihara, memperbaiki dan mempertahankan kualitas produk agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

2.2.2 Tujuan Pengendalian Kualitas

Tujuan pengendalian kualitas menurut (Pande, 2002) :

1. Produk/barang yang dihasilkan memiliki standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya produksi dapat ditekan serendah mungkin tetapi tetap dengan kualitas produk yang telah ditetapkan.

3. Efisiensi dalam melakukan proses produksi untuk mendapatkan kualitas yang diinginkan.

2.2.3 Faktor-Faktor yang mempengaruhi kualitas

Kualitas produk secara langsung dipengaruhi oleh 9 bidang dasar atau 9 M. Pada masa sekarang ini industri disetiap bidang bergantung pada sejumlah besar kondisi yang membebani produksi melalui suatu cara yang tidak pernah dialami dalam periode sebelumnya. (Feigenbaum, 2002; 54-56) :

1. *Market* (Pasar) Jumlah produk baru dan baik yang ditawarkan di pasar terus bertumbuh pada laju yang eksplosif. Konsumen diarahkan untuk mempercayai bahwa ada sebuah produk yang dapat memenuhi hampir setiap kebutuhan. Pada masa sekarang konsumen meminta dan memperoleh produk yang lebih baik memenuhi ini. Pasar menjadi lebih besar ruang lingkungannya dan secara fungsional lebih terspesialisasi di dalam barang yang ditawarkan. Dengan bertambahnya perusahaan, pasar menjadi bersifat internasional dan mendunia. Akhirnya bisnis harus lebih fleksibel dan mampu berubah arah dengan cepat.
2. *Money* (Uang) Meningkatnya persaingan dalam banyak bidang bersamaan dengan fluktuasi ekonomi dunia, telah menurunkan batas (marjin) laba. Pada waktu yang bersamaan, kebutuhan akan otomasi dan pemekanisan pengeluaran biaya yang besar untuk proses dan perlengkapan yang baru. Penambahan investasi pabrik, harus dibayar melalui naiknya produktivitas menimbulkan kerugian yang besar dalam memproduksi disebabkan oleh barang cacat dan pengurangan yang sangat serius. Kenyataan ini memfokuskan perhatian pada manajer pada bidang biaya kualitas sebagai salah satu dari “titik lunak” tempat biaya operasi dan kerugian dapat diturunkan untuk memperbaiki laba.

3. *Management* (manajemen) Tanggung jawab kualitas telah didistribusikan antara beberapa kelompok khusus. Sekarang bagian pemasaran melalui fungsi perencanaan produknya, harus membuat persyaratan produk. Bagian perancangan bertanggung jawab merancang produk yang akan memenuhi persyaratan itu. Bagian produksi mengembangkan dan memperbaiki kembali proses untuk memberikan kemampuan yang cukup dalam membuat produk sesuai dengan spesifikasi rancangan. Bagian pengendalian kualitas merencanakan pengukuran kualitas pada seluruh aliran proses yang menjamin bahwa hasil akhir memenuhi persyaratan kualitas dan kualitas pelayanan, setelah produk sampai pada konsumen menjadi bagian yang penting dari paket produk total. Hal ini telah menambah beban manajemen puncak, khususnya bertambahnya kesulitan dalam mengalokasikan tanggung jawab yang tepat untuk mengoreksi penyimpangan dari standar kualitas.
4. *Men* (Manusia) Pertumbuhan yang cepat dalam pengetahuan teknis dan penciptaan seluruh bidang baru seperti elektronika komputer menciptakan suatu permintaan yang besar akan pekerja dengan pengetahuan khusus. Pada waktu yang sama situasi ini menciptakan permintaan akan ahli teknik sistem yang akan mengajak semua bidang spesialisasi untuk bersama merencanakan, menciptakan dan mengoperasikan berbagai sistem yang akan menjamin suatu hasil yang diinginkan.
5. *Motivation* (Motivasi) Penelitian tentang motivasi manusia menunjukkan bahwa sebagai hadiah tambahan uang, para pekerja masa kini memerlukan sesuatu yang memperkuat rasa keberhasilan di dalam pekerjaan mereka dan pengakuan bahwa mereka secara pribadi memerlukan sumbangan atas tercapainya tujuan perusahaan. Hal ini membimbing ke arah kebutuhan yang tidak ada sebelumnya yaitu pendidikan kualitas dan komunikasi yang lebih baik tentang kesadaran kualitas.

6. *Material* (Bahan) Disebabkan oleh biaya produksi dan persyaratan kualitas, para ahli teknik memilih bahan dengan batasan yang lebih ketat daripada sebelumnya. Akibatnya spesifikasi bahan menjadi lebih ketat dan keanekaragaman bahan menjadi lebih besar.
7. *Machine and Mechanization* (Mesin dan Mekanisasi) Permintaan perusahaan untuk mencapai penurunan biaya dan volume produksi untuk memuaskan pelanggan telah mendorong penggunaan perlengkapan pabrik yang menjadi lebih rumit dan tergantung pada kualitas bahan yang dimasukkan ke dalam mesin tersebut. Kualitas yang baik menjadi faktor yang kritis dalam memelihara waktu kerja mesin agar fasilitasnya dapat digunakan sepenuhnya.
8. *Modern Information Metode* (Metode Informasi Modern) Evolusi teknologi komputer membuka kemungkinan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengambil kembali, memanipulasi informasi pada skala yang tidak terbayangkan sebelumnya. Teknologi informasi yang baru ini menyediakan cara untuk mengendalikan mesin dan proses selama proses produksi dan mengendalikan produk bahkan setelah produk sampai ke konsumen. Metode pemrosesan data yang baru dan konstan memberikan kemampuan untuk memanajemeni informasi yang bermanfaat, akurat, tepat waktu dan bersifat ramalan mendasari keputusan yang membimbing masa depan bisnis.
9. *Mounting Product Requirement* (Persyaratan Proses Produksi) Kemajuan yang pesat dalam perancangan produk, memerlukan pengendalian yang lebih ketat pada seluruh proses pembuatan produk. Meningkatnya persyaratan prestasi yang lebih tinggi bagi produk menekankan pentingnya keamanan dan keterandalan produk.

2.2.4 Dimensi Kualitas

Ada 8 dimensi kualitas yang dikembangkan Garvin dalam mengidentifikasi delapan dimensi kualitas yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas barang, yaitu sebagai berikut: (Gasperz, 2005).

1. Performa (*performance*) berkaitan dengan aspek fungsional dari produk dan merupakan karakteristik utama yang dipertimbangkan pelanggan ketika ingin membeli suatu produk.
2. Keistimewaan (*features*), merupakan aspek kedua dari performansi yang menambah fungsi dasar, berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangannya.
3. Keandalan (*reliability*), berkaitan dengan kemungkinan suatu produk berfungsi secara berhasil dalam periode waktu tertentu di bawah kondisi tertentu.
4. Konformansi (*conformance*), berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan.
5. Daya tahan (*durability*), merupakan ukuran masa pakai suatu produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan dari produk itu.
6. Kemampuan pelayanan (*service ability*), merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan/kesopanan, kompetensi, kemudahan, serta akurasi dalam perbaikan.
7. Estetika (*aesthetics*), merupakan karakteristik mengenai keindahan yang bersifat subjektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan refleksi dari preferensi atau pilihan individual.
8. Kualitas yang dipersepsikan (*perceived quality*), bersifat subjektif, berkaitan dengan perasaan pelanggan dalam mengkonsumsi produk, seperti meningkatkan harga diri.

Berdasarkan konteks diatas, beberapa dimensi kualitas yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas barang diantaranya yaitu performa, keistimewaan, keandalan, konformansi, daya tahan,

kemampuan pelayanan, estetika dan kualitas yang dipersepsikan Garvin (Gasperz, 2005). Dengan adanya 8 dimensi kualitas mempermudah perusahaan untuk mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik kualitas barang.

2.2.5 Pendekatan Pengendalian Kualitas

Untuk melakukan pengendalian didalam suatu perusahaan maka manajemen perusahaan perlu menerapkan melalui apa pengendalian kualitas tersebut akan dilakukan. Hal ini disebabkan oleh faktor yang menentukan atau berpengaruh terhadap baik dan tidaknya kualitas produk perusahaan akan terdiri dari beberapa macam misal bahan bakunya, tenaga kerja, mesin dan peralatan produksi yang digunakan, dimana faktor tersebut akan mempunyai pengaruh yang ditimbulkan maupun besarnya pengaruh yang ditimbulkan. Dengan demikian untuk melakukan pengendalian kualitas didalam perusahaan tepat mengenai sasarannya serta meminimalkan biaya pengendalian kualitas, perlu dipilih pendekatan yang tepat bagi perusahaan (Ahyari, 1990).

Menurut Latief (2009), menyatakan bahwa dalam pendekatan pengendalian kualitas ada beberapa metode yang selama ini digunakan untuk menjamin sebuah kualitas yang sesuai standar telah banyak dikembangkan diantaranya TQM (Total Quality Control), CI (Continous Improvement), Kaizen, Process Reengineering, Failure Mode and Effect Analysis, Design Reviews, Voice of the Customer, Cost of Quality (COQ), memiliki tingkat keberhasilan yang bervariasi bahkan 80% implementasi dari TQM mengalami kegagalan di masa lampau.

2.3 Pengertian *Six Sigma*

Menurut pendapat Pande (2002) *Six Sigma* adalah sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, mempertahankan dan memaksimalkan sukses bisnis. *Six Sigma* secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap

fakta, data, dan analisis statistik, serta perhatian yang cermat untuk mengolah, memperbaiki, dan menanamkan proses bisnis. Menurut Gaspersz (2005) *Six Sigma* adalah suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan perjuta kesempatan untuk setiap transaksi produk barang dan jasa. Jadi *Six Sigma* merupakan suatu metode atau teknik dalam hal pengendalian dan peningkatan produk dimana sistem ini sangat komprehensif dan fleksibel yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas untuk mencapai, mempertahankan, dan memaksimalkan kesuksesan suatu usaha.

2.3.1 Metode *Six Sigma*

Menurut Gaspersz (2005) *six sigma* merupakan suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (*Defect Per Million Opportunity*) untuk setiap transaksi (barang/jasa), dan merupakan suatu kegiatan menuju kesempurnaan.

Berikut adalah aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *six sigma* (Gaspersz)

1. Identifikasi pelanggan.
2. Identifikasi produk
3. Identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan.
4. Defisini proses.
5. Menghindari kesalahan dalam proses dan menghilangkan semua pemborosan yang ada.
6. Tingkat proses secara terus menerus menuju target *six sigma*.

Berikut adalah beberapa istilah yang biasa digunakan dan akan mempermudah dalam pemahaman *six sigma* antara lain : (Gaspersz,2002).

1. ***Critical To Quality (CTQ)***, merupakan atribut-atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. CTQ merupakan elemen dari suatu produk, proses, atau praktek-praktek yang berdampak langsung terhadap kepuasan konsumen.
2. ***Defect***, merupakan kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan oleh pelanggan.

3. **Defect per unit (DPU)**, merupakan ukuran kemungkinan terjadinya cacat atau kegagalan per unit, dihitung dengan persamaan : $DPU = \frac{\text{Banyaknya defect}}{\text{Banyaknya Unit}}$
4. **Defect per opportunity (DPO)**, merupakan ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas six sigma yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan, DPO merupakan pengembangan dari konsep DPU ditambah dengan variable opportunity (kemungkinan) dihitung dengan persamaan : $DPO = \frac{\text{Banyaknya defect}}{\text{Banyaknya Unit} \times \text{opportunity}}$
5. **Defect per million opportunity (DPMO)**, merupakan ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas six sigma yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. DPMO dapat dihitung dengan rumus : $DPMO = DPO \times 1.000.000$ pemahaman terhadap DPMO ini sangat penting dalam pengukuran keberhasilan aplikasi program peningkatan kualitas six sigma. Besarnya kegagalan per satu juta kesempatan (DPMO) dihitung berdasarkan persamaan yaitu : $DPMO = \frac{\text{Number of defect}}{\text{number of unit} \times \text{number of opportunity}}$

Dimana CTQ = jumlah jenis kecacatan

Besarnya tingkat sigma dihitung menggunakan bantuan software Microsoft Exel berdasarkan formula yaitu :

$$\text{Nilai sigma} = \text{NORMSINV}((1000000 - \text{CELL}) / 1000000) + 1,5$$

6. **Variation**, merupakan apa yang pelanggan lihat dan rasakan dalam proses transaksi antara pemasok dan pelanggan itu, semakin kecil variasi akan semakin disukai karena menunjukkan konsistensi dalam kualitas.
7. **Stable operation**, jaminan konsistensi proses yang dapat diperkirakan dan dikendalikan guna meningkatkan apa yang pelanggan lihat dan rasakan serta meningkatkan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan.
8. **Design for six sigma**, merupakan suatu design untuk memenuhi kebutuhan pelanggan dan kemampuan proses, DFSS merupakan suatu metodologi sistematis yang menggunakan peralatan pelatihan dan pengukuran untuk ekspektasi dan kebutuhan pelanggan serta dapat di produksi atau dioperasikan pada tingkat kualitas six sigma.

2.3.2 Tahapan Peningkatan Kualitas Six Sigma

Menurut Pande (2002), dalam *six sigma way*, menggunakan dan merujuk kepada siklus lima-fase yang makin umum dalam organisasi-organisasi *Six sigma* yaitu DMAIC singkatan dari *Define* (Tentukan), *Measure* (Ukur), *Analyze* (Analisa), *Improve* (Tingkatkan) dan *Control* (Kendalikan). DMAIC diterapkan baik pada usaha perbaikan proses maupun pada perancangan ulang proses.

1. *Define*

Define adalah penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas six sigma. Tahap ini mendefinisikan rencana-rencana tindakan yang harus dilakukan untuk melaksanakan peningkatan dari setiap tahap proses bisnis kunci (Gasperz, 2005). Termasuk dalam langkah definisi ini adalah menetapkan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas six sigma tersebut. Pada tahap ini perlu didefinisikan beberapa hal terkait dengan :

- a. Kriteria pemilihan proyek six sigma.
- b. Peran dan tanggungjawab dari orang-orang yang 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 atau pengukuran merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas six sigma. Tahap ini merupakan salah satu pembeda antara six sigma dengan metode kualitas lainnya. Pengukuran dilakukan untuk menilai kondisi proses yang ada. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap ini, yaitu :

- a. Memilih atau menentukan karakteristik kualitas kunci atau CTQ (*Critical to Quality*) yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik pelanggan.

- b. Mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output* atau *outcome*.
- c. Mengukur kinerja sekarang (*Current performance*) pada tingkat proses, *output* atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja pada awal proyek six sigma.

3. *Analyze*

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas six sigma. Pada tahap ini perlu melakukan beberapa hal yaitu :

- a. Menentukan stabilitas dan kapabilitas dari proses.
- b. Menetapkan target kinerja dari karakteristik kualitas kunci CTQ yang akan ditingkatkan pada proyek Six sigma.
- c. Mengidentifikasi sumber dan akar penyebab kecacatan dan kegagalan.
- d. Mengkonversi banyak kegagalan kedalam biaya kegagalan kualitas (*Cost of Poor Quality*).

4. *Improve*

Pada tahap ini dilakukan penetapan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas six sigma. Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas six sigma. Rencana tersebut mendeskripsikan tentang alokasi sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan.

5. *Control*

Control merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas six sigma. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam peningkatan proses distandarisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan sebagai pedoman kerja standar serta kepemilikan atau tanggungjawab

ditransfer dari tim six sigma kepada pemilik atau penanggungjawab proses yang berarti proyek six sigma berakhir pada tahap ini.

2.3.3 Pengolahan Data Tahapan DMAIC

Menurut Nurullah (2014), Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengerjaan dengan menggunakan metode six sigma melalui tahapan DMAIC, sebagai berikut :

1. Tahap *Define* (D)

Pada tahap *define* akan dijelaskan dengan menggunakan diagram alir SIPOC yang merupakan akronim 5 elemen utama dalam sistem pengendalian kualitas yaitu *Supplier-Input-Process-Outputs-Customers*.

2. Tahap *Measure* (M)

Terdapat dua hal utama dalam *Measure Phase*, yaitu : identifikasi *Critical to Quality* (CTQ) dan Perhitungan nilai DPMO dan Nilai Sigma.

3. Tahap *Analyze* (A)

Pada tahap ini dilakukan penentuan akar permasalahan dan sumber penyebab timbulnya cacat. Salah satu cara untuk mengetahui timbulnya cacat yaitu dengan menggunakan diagram sebab akibat (*Fishbone diagram*) dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analyze*).

4. Tahap *Improve* (I)

Pada tahap *improve* akan dilakukan tindakan perbaikan untuk mengatasi masalah kegagalan potensial. Tindakan perbaikan yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut adalah mengetahui parameter yang berpengaruh terhadap terjadinya cacat. Selanjutnya akan disusun *Design of Experiment*, yaitu dengan menggabungkan faktor yang paling berpengaruh.

5. Tahap *Control* (C)

Pada tahap *control* akan ditampilkan mengenai perubahan yang terjadi setelah menggunakan parameter baru (setelah perbaikan).

2.3.4 *Critical to Quality (CTQ)*

Menurut Gaspersz (2002), Karakteristik kualitas (*Critical to Quality*) adalah kunci yang ditetapkan seyogyanya berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan yang diturunkan secara langsung dari persyaratan-persyaratan output dan pelayanan, dapat menggunakan *Moment of truth*. Bagaimanapun sebelum melakukan pengukuran terhadap setiap karakteristik kualitas, maka kita perlu mengevaluasi sistem pengukuran yang ada agar menjamin aktivitas 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 seyogyanya tidak lebih besar daripada manfaat yang diterima.
2. Pengukuran harus dimulai pada permulaan proyek six sigma.
3. Pengukuran harus sederhana serta memunculkan data yang mudah untuk digunakan, mudah dipahamidan 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 yang diukur seyogyanya telah dipahami secara jelas terutama mengenai keterkaitan CTQ itu dan sasaran proyek six sigma.
6. Pengukuran seyogyanya melibatkan semua individu yang berada dalam proses yang terlibat dengan proyek six sigma.
7. Pengukurann harus diterima dan dipercaya sebagai valid oleh mereka yang menggunakannya.
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 atau pengendalian.

2.3.5 *Defect per Opportunity (DPO)*

Menurut Gaspersz (2002), ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas six sigma, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan. Dihitung menggunakan formula :

$$DPO = \frac{\sum \text{cacat atau kegagalan yang ditemukan}}{\sum \text{unit yang diperiksa} \times \sum \text{CTQ Potensial kecacatan}}$$

Besaran DPO ini apabila dikalikan dengan konstanta 1.000.000 akan menjadi ukuran *Defect per Million Opportunities (DPMO)*. Misalnya dalam proses pemesanan item-item melalui internet di toko buku telah diidentifikasi sembilan CTQ potensial yang menyebabkan pesanan dikembalikan, yaitu :

1. Memesan item yang salah.
2. Menerima item yang tidak dipesan.
3. Menerima item tidak tepat waktu sehingga tidak dibutuhkan lagi.
4. Menemukan harga yang lebih murah di tempat lain.
5. Kinerja kualitas produk tidak sesuai dengan ekspektasi.
6. Produk (terutama *software*, elektronik, dll) tidak sesuai dengan sistem yang ada.
7. Bagian atau aksesoris dari produk itu hilang.
8. Produk cacat atau rusak ketika diterima.
9. Produk menjadi cacat atau rusak setelah diterima dalam batas waktu maksimum 60 hari dari tanggal penyerahan (atau 30 hari dari tanggal penyerahan untuk produk telepon selular dan *personal computer*).

Selanjutnya misalkan pemilik proses pemesanan itu ingin menghitung DPO pada saat ini. Dari 500 pesanan yang diterima, diketahui bahwa terdapat 12 pesanan yang dikembalikan dan dikeluhkan karena hal-hal diatas. Disini kita menghitung $DPO = 12 / (500 \times 9) = 0,002667$.

2.3.6 Defect per Million Opportunities (DPMO)

Menurut Gaspersz (2002), ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas six sigma yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas six sigma motorola yang diproduksi, tapi diinterpretasikan 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 sejuta kesempatan (DPMO). Misalnya bila pencucian sebuah karpet rumah tangga yang berukuran 1500-*square-foot* dilakukan oleh suatu proses berkemampuan 4-sigma yang memiliki target 6.120 DPMO, maka akan terdapat sekitar 9,3 *square feet* dari area karpet itu yang tidak tercuci bersih ($6.210/1.000.000 \times 1500 = 9,3$). Selanjutnya untuk karpet berukuran sama itu apabila pencuciannya dilakukan oleh suatu proses berkemampuan 6-sigma yang memiliki target 3,4 DPMO, maka hampir seluruh area karpet akan tercuci bersih, karena kemungkinan kegagalan hanya : $3,4/1.000.000 \times 1500 = 0,005$ *square feet* yang tidak tercuci bersih (hampir mustahil menemukan kegagalan dalam proses pencucian karpet itu). Pemahaman terhadap DPMO ini sangat penting dalam pengukuran keberhasilan aplikasi program peningkatan kualitas six sigma. Untuk data atribut maka rumus mencari nilai DPMO, sebagai berikut :

$$\text{DPMO} = \frac{\sum \text{cacat atau kegagalan yang ditemukan}}{\sum \text{unit yang diperiksa} \times \sum \text{CTQ Potensial kecacatan}} \times 1.000.000$$

Untuk data variabel rumus mencari nilai DPMO yakni $p(z \geq \text{USL}) + p(z \leq \text{LSL})$ dan $z = \frac{x - \mu}{\sigma}$

2.3.7 *Cost of Poor Quality (COPQ)*

Menurut Gaspersz (2002), Biaya kegagalan kualitas (COPQ) merupakan pemborosan dalam organisasi six sigma, sehingga banyak perusahaan kelas dunia yang menerapkan program six sigma menggunakan indikator pengukuran biaya kualitas sebagai pengukuran kinerja efektivitas keberhasilan dari program six sigma yang diterapkan.

Pada dasarnya biaya kualitas dapat dikategorikan ke dalam empat jenis, sebagai berikut :

1. Biaya Kegagalan Internal (*Internal Failure Costs*), merupakan biaya-biaya yang berhubungan dengan kesalahan dan nonkonfirmasi (*error and non conformance*) yang ditemukan sebelum menyerahkan produk itu ke pelanggan, sebagai berikut :
 - *Scrap* : Biaya yang dikeluarkan untuk tenaga kerja, material dan *overhead* pada produk cacat yang secara ekonomis tidak dapat diperbaiki kembali.
 - Pekerjaan ulang (*Rework*) : Biaya yang dikeluarkan untuk memperbaiki kesalahan (mengerjakan ulang) produk agar memenuhi spesifikasi produk yang ditentukan.
 - Analisis kegagalan (*Failure Analysis*) : Biaya yang dikeluarkan untuk menganalisis kegagalan produk guna menentukan penyebab-penyebab kegagalan itu.
 - Inspeksi ulang dan pengujian ulang (*Reinspection and Retesting*) : Biaya – biaya yang dikeluarkan untuk inspeksi ulang dan pengujian ulang produk yang telah mengalami pengerjaan ulang.
 - *Downgrading* : Selisih diantara harga jual normal dan harga yang dikurangi karena alasan kualitas.
 - *Avoidable Process Losses* : Biaya-biaya kehilangan yang terjadi, meskipun produk itu tidak cacat seperti kelebihan bobot.
2. Biaya Kegagalan Eksternal (*External Failure Costs*), merupakan biaya-biaya yang berhubungan dengan kesalahan dan non konfirmasi

(*errors and non conformance*) yang ditemukan setelah produk itu diserahkan ke pelanggan, sebagai berikut :

- Jaminan (*Warranty*) : Biaya yang dikeluarkan untuk penggantian atau perbaikan kembali produk yang masih berada dalam masa jaminan.
 - Penyelesaian keluhan (*Complain adjustment*) : Biaya-biaya yang dikeluarkan untuk penyelidikan dan penyelesaian keluhan yang berkaitan dengan produk cacat.
 - Produk dikembalikan (*Returned product*) : Biaya-biaya yang berkaitan dengan penerimaan dan penempatan produk cacat yang dikembalikan oleh pelanggan.
 - *Allowance* : Biaya-biaya yang berkaitan dengan konsesi pada pelanggan karena produk yang berada dibawah standar kualitas yang sedang diterima oleh pelanggan.
3. Biaya Penilaian (*Appraisal Costs*), merupakan biaya-biaya yang berhubungan dengan penentuan derajat konformansi terhadap persyaratan kualitas (Spesifikasi yang ditetapkan), sebagai berikut :
- Inspeksi dan Pengujian Kedatangan Material : Biaya-biaya yang berkaitan dengan penentuan kualitas dari material yang dibeli, apakah melalui inspeksi saat penerimaan, pemasok atau pihak ketiga.
 - Inspeksi dan Pengujian Produk dalam Proses : Biaya-biaya yang berkaitan dengan evaluasi tentang konformansi produk dalam proses terhadap persyaratan kualitas (spesifikasi) yang ditetapkan.
 - Inspeksi dan Pengujian Produk Akhir : Biaya-biaya yang berkaitan dengan evaluasi tentang konformansi produk akhir terhadap persyaratan kualitas yang ditetapkan.
 - Audit Kualitas Produk : Biaya-biaya untuk melakukan audit kualitas pada produk dalam proses atau produk akhir.
 - Pemeliharaan Akurasi Peralatan Pengujian : Biaya-biaya dalam melakukan kalibrasi untuk mempertahankan akurasi instrumen pengukuran dan peralatan.

- Evaluasi Stok : Biaya-biaya yang berkaitan dengan pengujian produk dalam penyimpanan untuk menilai degradasi kualitas.
4. Biaya Pencegahan (*Prevention costs*), merupakan biaya-biaya yang berhubungan dengan upaya pencegahan terjadi kegagalan internal maupun eksternal, sehingga meminimumkan biaya kegagalan internal maupun eksternal, sebagai berikut ;
- Perencanaan Kualitas : Biaya-biaya yang berkaitan dengan aktivitas perencanaan kualitas secara keseluruhan, termasuk penyiapan prosedur-prosedur yang diperlukan untuk mengkomunikasikan rencana kualitas ke seluruh pihak yang berkepentingan.
 - Peninjauan ulang produk baru (*New product review*): Biaya-biaya yang berkaitan dengan rekayasa keandalan (*reability engineering*) dan aktivitas-aktivitas lain terkait dengan kualitas yang berhubungan dengan pemberitahuan desain baru.
 - Pengendalian proses : Biaya-biaya inspeksi dan pengujian dalam proses untuk menentukan status dari proses (kapabilitas proses), bukan status dari produk.
 - Audit kualitas : Biaya-biaya yang berkaitan dengan evaluasi atas pelaksanaan aktivitas dalam rencana kualitas secara keseluruhan.
 - Evaluasi kualitas pemasok : Biaya-biaya yang berkaitan dengan evaluasi terhadap pemasok sebelum pemilihan pemasok, audit terhadap aktivitas-aktivitas selama kontrak dan usaha-usaha lain yang berkaitan dengan pemasok.
 - Pelatihan : Biaya-biaya yang berkaitan dengan penyiapan dan pelaksanaan program pelatihan yang berkaitan dengan program peningkatan kualitas six sigma.

2.4 Peta Kendali p Chart

Peta kendali merupakan teknik membuat grafik statistik yang nilainya diukur berdasarkan hasil plot karakteristik kualitas tertentu. Peta kendali digunakan untuk mengetahui apakah proses berada dalam kendali statistik atau tidak. Dengan kata lain, peta kendali merupakan uji hipotesis untuk mengetahui apakah proses dalam kendali statistik. Secara umum ada 2 tipe peta kendali, yaitu peta kendali atribut dan peta kendali variabel. Peta kendali variabel adalah peta kendali untuk mengukur karakteristik kualitas, sedangkan peta kendali atribut digunakan untuk jumlah cacat dalam produk atau bagian cacat dalam produk. Tabel 2.2 memberikan beberapa jenis peta kendali untuk tiap-tiap tipe (Ariani, 2004).

Jenis-jenis Peta Kendali

- Tipe Atribut
 - Peta P, peta kendali yang digunakan untuk proporsi unit cacat.
 - Peta np, Peta kendali yang digunakan untuk proporsi unit cacat dengan jumlah sampel sama.
 - Peta c, Peta kendali yang digunakan untuk proporsi unit cacat dengan jumlah sampel sama.
 - Peta u, Peta kendali yang digunakan untuk jumlah cacat suatu unit dengan jumlah sampel berbeda.
- Tipe Variabel
 - Peta \bar{x} -R, Peta kendali yang digunakan untuk rata-rata subgrup dan range subgrup.
 - Peta \bar{x} -S, Deviasi subgrup.

2.5 Diagram Pareto

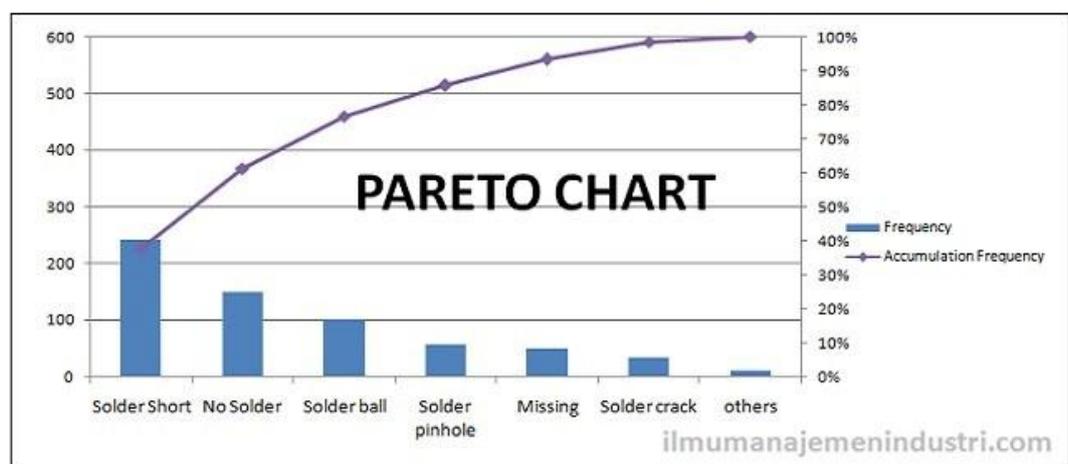
Diagram *pareto* diperkenalkan oleh seorang ahli yaitu Alfredo Pareto (1848-1923). Diagram ini merupakan suatu gambar yang mengurutkan klasifikasi data dari kiri ke kanan menurut urutan rangking tertinggi hingga rendah. Hal ini dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting untuk segera diselesaikan (rangking tertinggi) sampai dengan masalah yang tidak harus diselesaikan (rangking terendah). Diagram *pareto* juga dapat mengidentifikasi masalah yang paling penting mempengaruhi usaha perbaikan kualitas dan

memberi petunjuk dalam alokasi sumber daya yang terbatas untuk menyelesaikan masalah.

Selain itu diagram *pareto* juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses sebelum dan sesudah diambil tindakan perbaikan terhadap proses.

Proses penyusunan diagram *pareto* meliputi enam langkah, yaitu :

1. Menentukan metode atau arti dari pengklarifikasi data, misalnya berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian dan sebagainya.
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik-karakteristik tersebut, misalnya rupiah, frekuensi, unit dan sebagainya.
3. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
4. Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga yang terkecil.
5. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.
6. Menggambar diagram batang menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masalah. Mengidentifikasi beberapa hal yang penting untuk mendapat perhatian. Adapun contoh diagram *pareto* dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Diagram *Pareto*

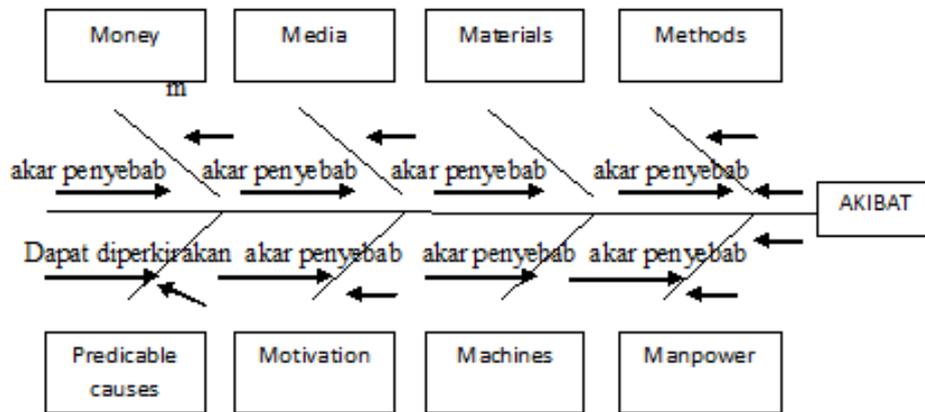
Penggunaan diagram *pareto* merupakan proses yang tidak pernah berakhir, misalnya pada gambar diatas masalah dengan frekuensi tertinggi merupakan target

dalam program perbaikan. Apabila program tersebut berhasil maka diwaktu mendatang analisa *pareto* dilakukan lagi dan masalah dengan frekuensi tertinggi selanjutnya yang akan menjadi terget dalam program perbaikan. Selajutnya proses tersebut dilakukan hingga perbaikan dapat dilakukan secara menyeluruh.

2.6 *Fishbone Diagram*

Menurut Gaspersz (2002), akar-akar penyebab dari masalah yang ditemukan melalui bertanya “Mengapa” beberapa kali itu dimasukkan ke dalam diagram sebab akibat yang telah mengkategorikan sumber-sumber penyebab berdasarkan prinsip 7 M, sebagai berikut :

1. *Manpower* (tenaga kerja), berkaitan dengan kekurangan dalam pengetahuan, kekurangan dalam ketrampilan dasar yang berkaitan dengan mental dan fisik, kelelahan, stres dan ketidakpedulian.
2. *Machines* (mesin) dan peralatan, berkaitan dengan tidak ada sistem perawatan preventif terhadap mesin produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain tidak sesuai dengan spesifikasi tugas, tidak dikalibrasi, terlalu complicated dan terlalu panas.
3. *Methods* (metode kerja), berkaitan dengan tidak adanya prosedur dan metode kerja yang benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak terstandarisasi dan tidak cocok.
4. *Materials* (bahan baku dan bahan penolong), berkaitan dengan tidak ketiadaan spesifikasi kualitas dari bahan baku dan bahan penolong yang ditetapkan.
5. *Media*, berkaitan dengan tempat dan waktu kerja yang tidak memperhatikan aspek-aspek kebersihan, kesehatan dan keselamatan kerja dan lingkungan kerja yang kondusif.
6. *Motivation* (motivasi), berkaitan dengan ketiadaan sikap kerja yang benar dan profesional, yang disebabkan oleh sistem balas jasa dan penghargaan yang tidak adil kepada tenaga kerja.
7. *Money* (keuangan), berkaitan dengan ketiadaan dukungan *financial* (keuangan) guna memperlancar proyek peningkatan kualitas.



Gambar 2.2 Fishbone Diagram (Gasperz, 2005)

2.7 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Metodologi FMEA merupakan salah satu teknik analisis risiko yang direkomendasikan oleh standar internasional. FMEA adalah suatu proses yang sistematis untuk mengidentifikasi potensi kegagalan untuk memenuhi fungsi yang dimaksudkan, mengidentifikasi kemungkinan penyebab kegagalan sehingga dengan begitu penyebab dapat dihilangkan, dan untuk mencari penyebab kegagalan, sehingga penyebabnya dapat dikurangi. Proses FMEA menurut Dyadem (2003) memiliki tiga fokus utama:

1. Mengenali dan mengevaluasi kegagalan potensial dan efeknya.
2. Mengidentifikasi dan memprioritaskan kegiatan yang dapat mengeliminasi kegagalan potensial, mengurangi kesempatan terjadinya atau mengurangi risikonya.
3. Dokumentasi dari identifikasi yang dilakukan, evaluasi dan aktifitas perbaikan agar dapat meningkatkan kualitas produk.

FMEA digunakan untuk mengetahui kegagalan material dan peralatan, tetapi dalam arti yang lebih luas, FMEA juga digunakan untuk mengetahui kesalahan manusia, kinerja dan kesalahan *software*. Dengan menerapkan metodologi FMEA dalam siklus hidup suatu produk, dapat menjadi strategi yang sistematis dan disiplin untuk memeriksa cara dimana suatu produk bisa gagal. Hasil FMEA mempengaruhi produk desain, pengembangan proses, sumber dan pemasok kualitas.

Berikut adalah beberapa manfaat penerapan FMEA:

1. Memastikan bahwa kegagalan potensial dan efeknya pada sistem telah diidentifikasi dan dievaluasi, sehingga membantu untuk mengidentifikasi kesalahan dan menentukan tindakan korektif.
2. Menyediakan sarana untuk meninjau produk dan proses desain.
3. Menolong untuk mengidentifikasi karakteristik kritis terhadap produk dan proses.
4. Meningkatkan produktivitas, kualitas, keamanan, dan biaya efisiensi.
5. Membantu untuk menentukan kebutuhan untuk memilih bahan baku, suku cadang, peralatan, komponen dan tugas.
6. Membantu dalam mendokumentasikan alasan untuk perubahan.
7. Menyediakan sarana komunikasi antara departemen yang berbeda.
8. Membantu meningkatkan kepuasan pelanggan.
9. Meningkatkan citra perusahaan dan daya saing.

2.7.1 Terminologi FMEA

Terminologi yang digunakan dalam Dyadem (2003) adalah:

1. *Item Function* (Fungsi item)

Fungsi item menentukan fungsi bagian atau item yang sedang dikaji.

2. *Potential failure mode* (Potensi modus kegagalan)

Modus kegagalan potensial adalah cara dimana kegagalan dapat terjadi yaitu cara dimana item terakhir dapat gagal untuk melakukan fungsi desain yang dimaksudkan, atau melakukan fungsi tetapi gagal untuk memenuhi tujuan. Modus kegagalan potensial juga dapat menjadi penyebab dari modus kegagalan potensial lain dalam tingkat yang lebih tinggi subsistem atau sistem, atau menjadi efek dari satu komponen sampai tingkat yang lebih rendah.

3. *Potential failure causes* (Potensi penyebab kegagalan)

Potensi penyebab kegagalan mengidentifikasi akar penyebab modus kegagalan potensial, bukan gejala, dan memberikan indikasi kelemahan desain yang mengarah ke modus kegagalan. Identifikasi

dari akar penyebab penting bagi pelaksanaan tindakan pencegahan atau perbaikan.

4. *Potential failure effects* (Potensi efek kegagalan)

Efek kegagalan potensial mengacu pada hasil potensial dari potensi kegagalan pada sistem, desain, proses atau layanan. Efek kegagalan potensial perlu dianalisis berdasarkan dampak lokal dan global. Efek lokal merupakan hasil dengan hanya dampak terisolasi yang tidak mempengaruhi fungsi/komponen lain dan memiliki efek pada sistem.

5. *Current Control* (Kontrol saat ini)

Kontrol saat ini adalah tindakan pengamanan yang ada pada saat peninjauan yang dimaksudkan untuk melakukan hal berikut:

- Menghilangkan penyebab kegagalan.
- Mengidentifikasi atau mendeteksi kegagalan.
- Mengurangi dampak/konsekuensi kegagalan.

6. *Severity* (Keparahan)

Keparahan adalah keseriusan efek dari kegagalan. Keparahan adalah penilaian efek yang paling serius untuk mode kegagalan tertentu. Penilaian keparahan hanya berlaku untuk efek. Keparahan dapat dikurangi hanya melalui perubahan dalam desain. Jika perubahan desain dapat dicapai, kegagalan mungkin dapat dihilangkan.

7. *Occurrence* (Kejadian)

Kejadian adalah frekuensi kegagalan adalah seberapa sering kegagalan dapat diharapkan terjadi. Kejadian adalah kemungkinan bahwa mode kegagalan tertentu, yang merupakan hasil dari penyebab spesifik di bawah kontrol desain saat ini, akan terjadi.

8. *Detection* (Deteksi)

Deteksi adalah kemampuan untuk mengidentifikasi kegagalan sebelum mencapai pengguna akhir/pelanggan. Deteksi adalah penilaian kemampuan kontrol desain saat ini untuk mengidentifikasi mode kegagalan potensial jika terjadi.

9. *Risk Priority Number* (RPN)

Sebuah RPN adalah pengukuran risiko relatif, dihitung dengan mengalikan bersama keparahan, kejadian, dan penilaian deteksi. RPN ditentukan sebelum menerapkan tindakan perbaikan yang direkomendasikan, dan digunakan untuk memprioritaskan perlakuan.

$$\mathbf{RPN = Severity \times Occurrence \times Detection}$$

10. *Recommended Corrective Action* (Tindakan perbaikan yang disarankan)

Tindakan perbaikan yang disarankan dimaksudkan untuk mengurangi RPN dengan mengurangi tingkat keparahan, kejadian atau peringkat deteksi, atau ketiga hal tersebut bersama-sama.

2.7.2 Langkah-Langkah FMEA

Selama studi FMEA, produk/proses/layanan/sistem yang ditinjau dipecah menjadi beberapa item/subsistem yang lebih kecil. Untuk setiap item, langkah-langkah berikut dilakukan (Dyadem, 2003):

1. Tentukan item yang sedang dianalisis.
2. Tentukan fungsi item yang sedang dianalisis.
3. Identifikasi semua mode kegagalan potensial untuk item tersebut.
4. Tentukan penyebab masing-masing mode kegagalan potensial.
5. Identifikasi efek dari setiap mode kegagalan potensial tanpa mempertimbangkan kontrol saat ini.
6. Identifikasi dan membuat daftar kontrol untuk setiap mode kegagalan potensial
7. Tentukan tindakan korektif/preventif yang paling tepat dan rekomendasi berdasarkan analisis risiko.

Setelah melewati semua item untuk setiap kegagalan, tetapkan peringkat (dari 1 sampai 10, rendah ke tinggi) untuk tingkat keparahan, kejadian dan deteksi. Tentukan RPN dan gunakan untuk memprioritaskan rekomendasi. Tingkat keparahan harus didasarkan pada efek terburuk dari mode kegagalan potensial. Bila tingkat keparahannya sangat tinggi (8 sampai 10), perhatian khusus harus diberikan untuk memastikan bahwa

risikonya ditangani melalui kontrol desain yang ada atau tindakan perbaikan/pencegahan, terlepas dari RPN.

Jika tidak ada tindakan yang direkomendasikan untuk mode kegagalan potensial tertentu, penyebab kegagalan atau kontrol yang ada, masukkan "Tidak Ada". Jika ini merupakan tindak lanjut dari FMEA yang ada, catat setiap tindakan yang diambil untuk menghilangkan atau mengurangi risiko mode kegagalan. Tentukan RPN yang dihasilkan sebagai risiko mode kegagalan potensial dikurangi atau dihilangkan.

Setelah tindakan korektif telah dilakukan, RPN yang dihasilkan ditentukan dengan mengevaluasi kembali peringkat keparahan, kejadian dan deteksi. Perbaikan dan tindakan perbaikan harus dilanjutkan sampai RPN yang dihasilkan berada pada tingkat yang dapat diterima untuk semua mode kegagalan potensial. Berikut contoh lembar kerja (*worksheet*) FMEA pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 *Sample FMEA Worksheet*

Deskripsi Proses	Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Mode Deteksi	D	RPN	Rank

2.7.3 Saran Pedoman Risiko untuk Proses FMEA

Saran pedoman risiko untuk *severity* (keparahan), *occurrence* (kejadian), dan *detection* (deteksi) untuk proses FMEA diberikan pada Tabel 2.2, Tabel 2.3, dan Tabel 2.4.

Tabel 2.2 Tingkat *Severity* (keparahan) yang Disarankan untuk FMEA

Efek	Peringkat	Kriteria
Tidak ada	1	Mungkin terlihat oleh operator

Efek	Peringkat	Kriteria
		(Proses). Tidak mungkin/tidak terlihat oleh pengguna (Produk).
Sangat sedikit	2	Tidak ada efek pada proses hilir (Proses). Efek tidak signifikan/tidak berarti (Produk).
Sedikit	3	Pengguna mungkin akan melihat efeknya namun efeknya kecil (Proses dan Produk).
Minor	4	Proses lokal dan/atau hilir mungkin terpengaruh (Proses). Pengguna akan mengalami dampak negatif kecil pada produk (Produk).
Sedang	5	Dampak akan terlihat sepanjang operasi (Proses). Mengurangi kinerja dengan penurunan kinerja secara bertahap. Pengguna tidak puas (Produk).
Parah	6	Gangguan terhadap proses hilir (Proses). Produk bisa dioperasikan dan aman namun kinerjanya menurun. Pengguna tidak puas (Produk).
Tingkat keparahan tinggi	7	Downtime yang signifikan (Proses). Kinerja produk sangat terpengaruh. Pengguna sangat tidak puas (Produk).
Tingkat keparahan yang sangat tinggi	8	Downtime signifikan dan berdampak pada keuangan (Process). Produk tidak bisa dioperasikan tapi aman. Pengguna sangat tidak puas (Produk)

Efek	Peringkat	Kriteria
Tingkat keparahan yang ekstrim	9	Kegagalan yang mengakibatkan efek berbahaya sangat mungkin terjadi. Masalah keamanan dan regulasi (Proses dan Produk).
Tingkat keparahan maksimum	10	Kegagalan yang mengakibatkan efek berbahaya hampir pasti. Tidak mengakibatkan cedera atau membahayakan personil operasi (Process). Kepatuhan terhadap peraturan pemerintah (Produk).

(Sumber : Dyadem, 2003)

Tabel 2.3 Tingkat *Occurence* (Kejadian) yang Disarankan untuk FMEA

Kejadian	Peringkat	Kriteria
Sangat tidak mungkin	1	Kegagalan sangat tidak mungkin.
Jauh kemungkinan	2	Kemungkinan jumlah kegagalan jarang.
Kemungkinan yang sangat rendah	3	Sangat sedikit kemungkinan kegagalan.
Kemungkinan rendah	4	Beberapa kemungkinan kegagalan.
Sedang kemungkinan rendah	5	Kegagalan sesekali mungkin.
Kemungkinan menengah	6	Kegagalan kemungkinan jumlah menengah.
Kemungkinan yang cukup tinggi	7	Jumlah yang cukup tinggi dari kemungkinan kegagalan.
Kemungkinan tinggi	8	Tingginya angka kemungkinan kegagalan.
Kemungkinan yang sangat tinggi	9	Angka yang sangat tinggi dari kemungkinan kegagalan.
Sangat mungkin	10	Kegagalan hampir pasti.

(Sumber : Dyadem, 2003)

Tabel 2.4 Tingkat *Detection* (Deteksi) yang Disarankan untuk FMEA

Deteksi	Peringkat	Kriteria
Sangat mungkin	1	Hampir pasti akan mendeteksi adanya cacat.
Kemungkinan yang sangat tinggi	2	Memiliki kemungkinan yang sangat tinggi untuk mendeteksi keberadaan kegagalan.
Kemungkinan tinggi	3	Memiliki efektivitas yang tinggi untuk deteksi.
Kemungkinan yang cukup tinggi	4	Memiliki efektivitas cukup tinggi untuk deteksi.
Kemungkinan menengah	5	Memiliki efektivitas sedang untuk deteksi.
Sedang kemungkinan rendah	6	Memiliki efektivitas cukup rendah untuk deteksi.
Kemungkinan rendah	7	Memiliki efektivitas yang rendah untuk deteksi.
Kemungkinan yang sangat rendah	8	Memiliki efektivitas terendah dalam setiap kategori yang berlaku.
Jauh kemungkinan	9	Memiliki probabilitas yang sangat rendah untuk mendeteksi adanya cacat.
Sangat tidak mungkin	10	Hampir pasti tidak akan mendeteksi adanya cacat.

(Sumber : Dyadem, 2003)

2.8 Penelitian Terdahulu

Pada tabel berikut ini menjelaskan ringkasan dari beberapa penelitian terdahulu. Sebagai berikut :

Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul	Jenis Penelitian	Obyek	Metode	Hasil
1.	Aulia Kusumawati1, dan Lailatul Fitriyani2	Pengendalian Kualitas Proses Pengemasan Gula Dengan Pendekatan Six Sigma	Penelitian kuantitatif	PT. PDSU	Six sigma	diketahui periode Oktober 2015 - September 2016 mempunyai nilai rata-rata DPMO sebesar 162,4532 unit dengan nilai rata -rata sigma sebesar 5,1. kapabilitas perusahaan sudah terbilang baik namun harus dipertahankan dengan sebaik mungkin dan juga sebisa mungkin meningkatkan lagi upaya meminimalisir produk reject

						yang berdampak pada kerugian yang dialami perusahaan.
2.	Aufi Fuziah, Ambar Harsono, Gita Permata	Usulan perbaikan kualitas metode six sigma untuk mengurangi jumlah cacat	Penelitian kuantitatif	Tahu Boga Rasa	Six sigma	Usulan tindakan perbaikan yang diberikan kepada penyedia alat ph meter agar dapat menjaga ph air sisa pengendapan yang akan di pakai tetap pada kisaran 4, 5 – 4,6
3.	Gunawan Pakki, Rudy Soenoko, Purnomo Budi	Usulan penerapan metode six sigma untuk meningkatkan kualitas klongsong	Penelitian kuantitatif	Industi Senjata	Six sigma	Diketahui Level sigma a. Dent II – 4,57 . b. Bottle Shape – 4,75. C. Edge lathe 4,74. D. Mall type 4,73
4.	Ibrahim Ghiffari	Analisis six sigma mengurangi	Penelitian kuantitatif	CV.miracle	Six sigma	Penerapan metode six sigma mampu

		cacat di stasiun kerja sablon				mengurangi nilai DPMO. Sebelumnya DPMO 590743. Setelah penerapan menjadi 290.741
5.	Tantri wandarti	Pengendalian kualitas produk metode six sigma dalam uaya zero defect	Penelitian kuantitatif	Program studi mmt	Six sigma	Setelah dilakukan pengolahan data didapat nilai DPMO sebesar 59875,89 yang dapat diartikan bahwa satu juta kesempatan di dapat 59875,89. Perusahaan berada pada tingkat 3,06. CTQ 59,22%
6.	Amanda Intan Lady Deamonita dan Retno Wulan Damayanti	Pengendalian kualitas tas tali batik di pt. Xyz dengan	kuantitatif	PT. XYZ	Six Sigma	Berdasarkan perhitungan nilai rata-rata DPMO dan nilai rata-rata

		menggunakan metode six sigma				sigma sebelum perbaikan secara berurutan sebesar 17333,74 dan 3,61 dan menjadi meningkat dilakukan perbaikan dengan nilai rata rataDPMO dan nilai rata rata sigma sebesar 14400,82 dan 4,18
--	--	------------------------------	--	--	--	---