

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kualitas

2.1.1 Definisi Kualitas

Kualitas merupakan standar karakteristik suatu produk (barang atau jasa) yang bertujuan untuk memuaskan kebutuhan pelanggan. Suatu kualitas yang baik dimana memiliki tujuan dan manfaat yang sejalan. Kualitas suatu produk (barang atau jasa) sangat penting sekali, karena itu merupakan kepuasan untuk konsumen dan juga produsen. Dengan memberikan kualitas yang terjamin kepada konsumen maka produsen akan mendapat kepercayaan dari konsumen dan memiliki hubungan bisnis yang baik pula. Konsumen dan produsen sama-sama mendapat keuntungan yang baik dari suatu kualitas produk atau jasa yang terjamin, terjaga, dan bermutu. Maka dari itu peranan suatu kualitas sangatlah penting untuk suatu produk atau jasa agar mampu berkompetisi secara efektif dengan pesaing serta dapat memahami mengenai kepuasan pelanggan lebih dalam dan juga memahami konsep untuk peningkatan kualitas produk atau jasa yang dihasilkan. Oleh karena itu definisi kualitas dapat diartikan dari dua perspektif, yaitu dari sisi konsumen dan sisi produsen. Namun pada dasarnya konsep dari kualitas sering dianggap sebagai kesesuaian, keseluruhan ciri-ciri atau karakteristik suatu produk yang diharapkan oleh konsumen..

Meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang diterima secara universal, namun dari ke lima definisi kualitas di atas terdapat beberapa persamaan, yaitu dalam elemen-elemen sebagai berikut:

1. Kualitas mencakup usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan.
2. Kualitas mencakup produk, jasa manusia, proses dan lingkungan. Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (misalnya apa yang dianggap merupakan kualitas saat ini mungkin dianggap kurang berkualitas pada masa mendatang)

Secara umum, dimensi kualitas menurut Garvin (dalam Gazperz, 2005) mengidentifikasi delapan dimensi kualitas yang dapat digunakan untuk menganalisis karakteristik kualitas barang, yaitu sebagai berikut :

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 melaksanakan fungsinya 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 (*serviceability*)

Merupakan karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan, keramahan/kesopanan, kompetensi, kemudahan serta akurasi dalam perbaikan.

7. Estetika (*esthetics*)

Merupakan karakteristik 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 mengonsumsi produk tersebut

Kualitas produk secara langsung dipengaruhi oleh 9 bidang dasar atau 9M. 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 mendorong pengeluaran biaya yang besar untuk proses dan perlengkapan yang baru. Penambahan investasi pabrik, harus dibayar melalui naiknya produktivitas menimbulkan kerugian yang besar dalam berproduksi disebabkan oleh barang cacat dan pengulangkerjaan 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 mengajari 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 Pengendalian Kualitas

2.2.1 Pengertian Pengendalian Kualitas

Menurut Assauri, 2004 (dalam Adi Setyo Nugroho, Susatyo Nugroho W.P 2017), pengendalian kualitas adalah kegiatan-kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal mutu atau standar dapat tercermin dalam hasil akhir. Dengan kata lain pengendalian mutu adalah usaha mempertahankan mutu/kualitas dan barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan. Berikut ini pengertian yang dikemukakan oleh para ahli :

1. Menurut Sofjan Assauri (1998:210) pengendalian mutu merupakan usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas dari barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan.

2. Menurut Vincent Gasperz (2005:480), “*Quality control is the operational techniques and activities used to fulfill requirements for quality*”
3. Pengendalian kualitas merupakan alat penting bagi manajemen untuk memperbaiki kualitas produk bila diperlukan, mempertahankan kualitas, yang sudah tinggi dan mengurangi jumlah barang yang rusak (Reksohadiprojo, 2000:245).

Berdasarkan pengertian di atas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pengendalian kualitas adalah suatu teknik dan aktivitas/ tindakan yang terencana yang dilakukan untuk mencapai, mempertahankan dan meningkatkan kualitas suatu produk dan jasa agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan dapat memenuhi kepuasan konsumen.

2.2.2 Tujuan Pengendalian Kualitas

Tujuan dari pengendalian kualitas menurut Sofjan Assauri (1998) adalah:

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 desain dari produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

Tujuan utama pengendalian kualitas adalah untuk mendapatkan jaminan bahwa kualitas produk atau jasa yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang telah ditetapkan dengan mengeluarkan biaya yang ekonomis atau serendah mungkin. Pengendalian kualitas tidak dapat dilepaskan dari pengendalian produksi, karena pengendalian kualitas merupakan bagian dari pengendalian produksi. Pengendalian produksi baik secara kualitas maupun kuantitas merupakan kegiatan yang sangat penting dalam suatu perusahaan. Hal ini disebabkan karena semua kegiatan produksi yang dilaksanakan akan dikendalikan, supaya barang dan jasa yang dihasilkan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, dimana penyimpangan-penyimpangan yang terjadi diusahakan serendah-rendahnya. Pengendalian kualitas juga menjamin barang atau jasa yang

dihasilkan dapat dipertanggungjawabkan seperti halnya pada pengendalian produksi. Dengan demikian antara pengendalian produksi dan pengendalian kualitas erat kaitannya dalam pembuatan barang.

2.3 Six Sigma

2.3.1 Pengertian Six Sigma

Menurut Gaspersz (2001), six sigma merupakan suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (*Defect Per Million Opportunity (DPMO)*) untuk setiap transaksi (barang/jasa), dan merupakan suatu kegiatan menuju kesempurnaan. *Six sigma* bertujuan yang hampir sempurna dalam memenuhi persyaratan pelanggan (Pande dan Cavanagh, 2002: 9). Jadi *six sigma* merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatic yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas.

Pada dasarnya pelanggan akan merasa puas apabila mereka menerima nilai yang diharapkan mereka. Apabila produk diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma*, maka perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. Menurut Gaspersz (2005:310) terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *Six Sigma*, yaitu

- 1) Identifikasi pelanggan
- 2) Identifikasi produk
- 3) Identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan
- 4) Definisi proses
- 5) Menghindari kesalahan dalam proses dan menghilangkan semua pemborosan yang ada
- 6) Meningkatkan proses secara terus menerus menuju target *Six Sigma*

Menurut Gaspersz (2005:310) apabila konsep *Six sigma* akan ditetapkan dalam bidang manufaktur, terdapat enam aspek yang perlu diperhatikan yaitu:

- 1) Identifikasi karakteristik produk yang memuaskan pelanggan (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan).
- 2) Mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas itu sebagai CTQ (*Critical-To-Quality*) individual
- 3) Menentukan apakah setiap CTQ tersebut dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin proses kerja dan lain-lain.
- 4) Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan nilai UCL dan LCL dari setiap CTQ).
- 5) Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ).
- 6) Mengubah desain produk dan / atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *Six Sigma*.

Berikut adalah beberapa istilah yang biasa digunakan dan akan mempermudah dalam pemahaman six sigma antara lain (Gaspersz, 2001) :

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 :

$$DPO = \frac{\text{Banyaknya defect}}{\text{Banyaknya unit x opportunity}}$$

5. *Defect per million opportunity (DPMO)*, merupakan kegagalan 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.

6. *Process capability*, merupakan kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan.
7. *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.
8. *Stable operation*, jaminan konsistensi proses yang dapat di perkirakan dan dikendalikan guna meningkatkan apa yang pelanggan lihat dan rasakan serta meningkatkan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan.
9. *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 memungkinkan pemasok mendesign produk dan proses yang memenuhi ekspektasi dan kebutuhan pelanggan serta dapat di produksi atau dioperasikan pada tingkat kualitas six sigma.

Tabel 2.1 Nilai-nilai Kapabilitas Proses pada Berbagai Pencapaian Tingkat Sigma untuk Data Variabel

Peningkatan Kualitas (Target Pencapaian Tingkat Sigma)	Kapabilitas Proses (Cp)	Maksimum Variasi Proses Maks Standar Deviasi, Maks S)
3,00-sigma	1,00	0,1667×(USL-LSL)
3,10-sigma	1,03	0,1613×(USL-LSL)
3,20-sigma	1,07	0,1563×(USL-LSL)
3,30-sigma	1,10	0,1515×(USL-LSL)
3,40-sigma	1,13	0,1471×(USL-LSL)
3,50-sigma	1,17	0,1429×(USL-LSL)
3,60-sigma	1,20	0,1389×(USL-LSL)
3,70-sigma	1,23	0,1351×(USL-LSL)
3,80-sigma	1,27	0,1316×(USL-LSL)
3,90-sigma	1,30	0,1282×(USL-LSL)
4,00-sigma	1,33	0,1250×(USL-LSL)
4,10-sigma	1,37	0,1220×(USL-LSL)
4,20-sigma	1,40	0,1190×(USL-LSL)
4,30-sigma	1,43	0,1163×(USL-LSL)
4,40-sigma	1,47	0,1111×(USL-LSL)
4,50-sigma	1,50	0,1087×(USL-LSL)
4,60-sigma	1,53	0,1064×(USL-LSL)
4,70-sigma	1,57	0,1042×(USL-LSL)
4,80-sigma	1,60	0,1020×(USL-LSL)
4,90-sigma	1,63	0,1000×(USL-LSL)
5,00-sigma	1,67	0,0980×(USL-LSL)
5,10-sigma	1,70	0,0980×(USL-LSL)
5,20-sigma	1,73	0,0962×(USL-LSL)
5,30-sigma	1,77	0,0943×(USL-LSL)
5,40-sigma	1,80	0,0926×(USL-LSL)
5,50-sigma	1,83	0,0909×(USL-LSL)
5,60-sigma	1,87	0,0893×(USL-LSL)
5,70-sigma	1,90	0,0877×(USL-LSL)
5,80-sigma	1,93	0,0862×(USL-LSL)
5,90-sigma	1,97	0,0847×(USL-LSL)
6,00-sigma	2,00	0,0833×(USL-LSL)

Sumber : Gaspersz (2001)

Perlu dicatat dan dipahami bahwa konsep Six Sigma Motorola dengan pergeseran nilai target (nilai rata-rata) yang diijinkan sebesar 1,5-sigma (1,5 x maksimum standar deviasi) adalah berbeda dengan konsep Six Sigma dalam distribusi normal yang tidak mengijinkan pergeseran dalam nilai rata-rata. Perbedaan ini ditunjukkan dalam tabel berikut

Tabel 2.2 Perbedaan *True 6-Sigma* dengan *Motorola's 6-Sigma*

True 6-Sigma Process (Normal Distribution Centered)			Motorola' 6-Sigma (Normal Distribution Shifted 1,5-sigma)		
Batas Spesifikasi (USL-LSL)	Persentase	DPMO	Batas Spesifikasi (USL-LSL)	Persentase	DPMO
± 1-Sigma	68,27%	317.300	± 1-Sigma	30,23%	697.700
± 2-Sigma	95,45%	45.500	± 2-Sigma	69,13%	308.700
± 3-Sigma	99,73%	2.700	± 3-Sigma	93,32%	66810
± 4-Sigma	99,9937%	63	± 4-Sigma	99,3790%	6210
± 5-Sigma	99,999943%	0.57	± 5-Sigma	99,97670%	233
± 6-Sigma	99,999998%	0.002	± 6-Sigma	99,99966%	3,4

Sumber: Gaspersz (2002)

2.3.2 Tahapan Peningkatan Kualitas Six Sigma

Menurut Menurut Pete dan Holpp (2002:45-58), tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas dengan *Six sigma* terdiri dari lima langkah yaitu menggunakan metode *DMAIC* atau *Define, Measure, Analyse, Improve, and Control*.

2.3.2.1 Define

Define merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Pada tahapan ini kita perlu mengidentifikasi beberapa hal yang 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 (Vincent Gaspersz, 2002).

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 (Vincent Gaspersz, 2002). Tahapan setiap proyek Six Sigma yang terpilih, harus didefinisikan proses- proses kunci, proses beserta interaksinya, serta pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu. Pelanggan di sini dapat menjadi pelanggan internal maupun eksternal (Vincent Gaspersz, 2002).

2.3.2.2 Measure

Measure merupakan langkah operasional kedua dalam program program peningkatan kualitas Six Sigma. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahapan measure yaitu:

- 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, atau outcome.

Penetapan karakteristik kualitas (CTQ) yang berkaitan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan akan sangat tergantung pada situasi dan kondisi dari setiap organisasi bisnis. Bagaimanapun, kita dapat menjadikan penetapan atau pemilihan karakteristik kualitas dari beberapa perusahaan sebagai pedoman dalam menetapkan karakteristik kualitas (CTQ) yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan dari organisasi bisnis. Perhitungan DPO, DPMO, nilai kapabilitas Sigma dilakukan untuk melihat kemampuan proses produksi telah mencapai berapa Sigma dan nilai yield untuk mengetahui kemampuan proses untuk menghasilkan proses produksi yang bebas cacat.

Menurut Gaspersz (2002), mengatakan pengendali proporsi kesalahan (p-chart) dan banyaknya kesalahan (np-chart) digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk masih dalam batas yang di syartkan. Perbandingan antara banyaknya cacat dengan semua pengamatan, yaitu setiap produk yang diklasifikasikan sebagai “diterima” atau “ditolak” (yang diperhatikan banyaknya produk cacat).

A. Variable Control Chart (Peta Kendali Variabel)

Variable Control Chart atau Peta Kendali Variabel ini digunakan untuk mengendalikan proses dengan Data Variabel seperti Panjang Kaki Komponen, Suhu Solder, Tegangan Power Supply, Dimensi Komponen dan Data-data variabel lainnya. Control Chart jenis ini diantaranya adalah Xbar – R Chart, Xbar – s Chart dan I – MR Chart. Komponen penting yang terdapat dalam sebuah Control Chart adalah Batas-batas kendali (Control Limit) yang terdiri dari Upper Control Limit (UCL), Central Limit (CL), dan Lower Control Limit (LCL).

B. Xbar – R Chart

Xbar – R Chart adalah Peta kendali untuk mengendalikan proses berdasarkan Rata-rata (Xbar) dan Range (R). Xbar – R Chart digunakan apabila ukuran sampel yang dikumpulkan berjumlah lebih dari 2 dan kurang dari atau sama dengan 5 ($2 < n \leq 5$) pada setiap set sampel data, Jumlah set sampel yang ideal adalah 20 – 25 set sampel.

C. Xbar – s Chart

Xbar – s Chart adalah Peta kendali untuk mengendalikan proses berdasarkan Rata-rata (X-bar) dan Standar Deviasi (s). Xbar-s Chart digunakan apabila ukuran sampel yang dikumpulkan berjumlah lebih dari 5 ($n > 5$) pada setiap set sampel data, Jumlah set sample yang ideal adalah 20 – 25 set sampel.

D. I – MR Chart (Individual Moving Range Chart)

I-MR Chart digunakan apabila data sampel yang dikumpulkan hanya berjumlah 1 unit. Chart jenis ini sering digunakan jika sampel yang diperiksa tersebut harus dimusnahkan (tidak dapat dipakai kedua kalinya) atau pada produk yang berharga tinggi.

E. Peta Kendali – p

Peta Kendali – p, termasuk peta kendali yang menggunakan data bersifat atribut. Penggunaan data atribut relatif lebih menguntungkan dibandingkan data variabel. Untuk penganalisaan lebih lanjut, pengukuran perlu dilakukan untuk mendapatkan data variabel dan ini jelas akan berpengaruh terhadap biaya yang dikeluarkan untuk proses pengamatan.

Untuk data atribut, biasanya telah tersedia tanpa perlu dilakukan pengukuran ulang, yang perlu dilakukan untuk penganalisaan adalah melaksanakan pengumpulan data terhadap jumlah ketidaksesuaian yang ada. Peta Kendali – p, merupakan peta kendali yang paling banyak digunakan karena sifatnya yang serbaguna untuk mengamati tingkat kecacatan. Peta Kendali – p, adalah bagan yang digunakan untuk mengamati bagian yang ditolak karena tidak memenuhi spesifikasi (disebut bagian yang cacat). Bagian yang ditolak dapat didefinisikan sebagai rasio dari banyaknya barang yang tak sesuai yang ditemukan dalam pemeriksaan atau sederetan pemeriksaan terhadap total barang yang benar-benar diperiksa. Adapun nilai batas kendali untuk peta kendali – p, dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana :

p = proporsi kesalahan dalam setiap sampel

x = banyaknya produk yang salah dalam setiap sampel

n = banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi

hitung nilai rata-rata dari p dapat dihitung dengan rumus:

$$\bar{p} = \frac{\text{total produk cacat}}{\text{total produk diinspeksi}}$$

Garis tengah = \bar{p}

$$\text{Batas kendali atas} = \text{UCL} = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\text{Batas kendali bawah} = \text{LCL} = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Dimana:

\bar{p} = proporsi cacat

n = Jumlah produk yang diperiksa

np = Jumlah produk yang cacat

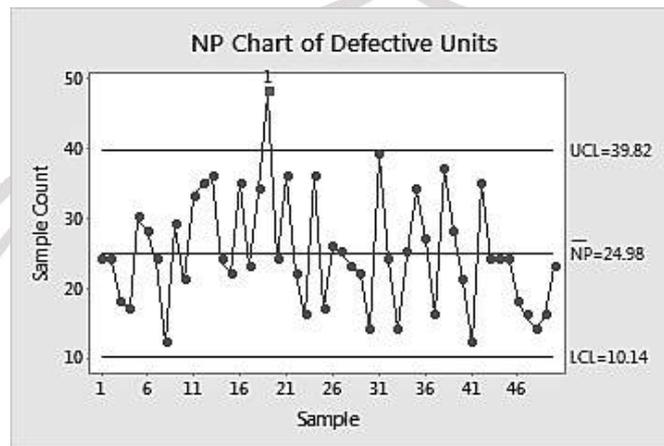
F. Peta kendali – np

Bagan – np ini digunakan untuk mengevaluasi bilangan kerusakan yang terjadi dalam suatu proses produksi. Bagan np akan lebih tepat

digunakan apabila jumlah sampel pengamatan bersifat konstan. Bagan yang ditolak p diperoleh dengan membagi jumlah aktual yang ditolak karena dapat digambarkan oleh np, jumlah yang jika dibagi dengan n akan menghasilkan p. Adapun untuk menentukan nilai batas-batas kendali pada peta kendali np dapat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Batas kendali atas} = \text{UCL} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$$

$$\text{Batas kendali bawah} = \text{LCL} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1 - \bar{p})}$$



Gambar 2.1 contoh Np Chart

Sumber : <https://support.minitab.com>

Critical to Quality (CTQ)

Menurut Gaspersz (2002), *Critical-to-Quality* merupakan atribut-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 pada kepuasan pelanggan.

Defect per Million Opportunities (DPMO)

Menurut Gaspersz (2002), ukuran kegagalan dalam Six Sigma, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. Target dari Six Sigma adalah 3,4 *DPMO*, harusnya 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*).

Besarnya kegagalan per satu juta kesempatan (*DPMO*) dihitung berdasarkan persamaan yaitu :

$$DPMO = \frac{\text{Number of Defect}}{\text{Number of Unit} \times \text{Number of Opportunities}} \times 1.000.000$$

Dimana CTQ = Jumlah jenis kecacatan

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

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

2.3.2.3 Analyze

Analyze (analisa) merupakan langkah ketiga dalam program peningkatan kualitas Six Sigma, pada tahapan ini dilakukan beberapa hal :

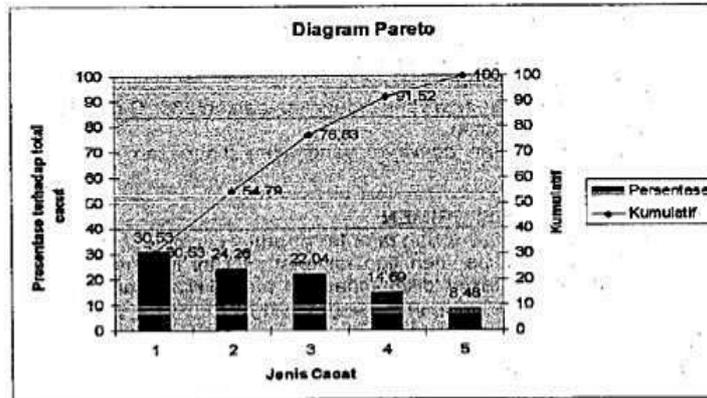
- a. Menentukan stabilitas dan kemampuan dari proses.

$$Cp = \frac{USL - LSL}{6 \text{ standar deviasi}}$$

- b. Menentukan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek Six Sigma.
- c. Mengidentifikasi sumber-sumber akar penyebab kecacatan atau kegagalan.

Alat yang Digunakan Dalam Tahapan Analisa (*Analyze*):

1. 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). Selain itu, Diagram Pareto juga dapat digunakan untuk membandingkan kondisi proses, misalnya ketidaksesuaian proses, sebelum dan setelah diambil tindakan perbaikan terhadap proses. Kegunaan diagram pareto :
 - a. Menunjukkan prioritas sebab akibat kejadian atau persoalan yang perlu ditangani.
 - b. Membantu memusatkan perhatian pada persoalan utama yang harus ditangani dalam upaya perbaikan.
 - c. Menunjukkan hasil upaya perbaikan.
 - d. Menyusun data menjadi informasi yang berguna, data yang besar dapat menjadi informasi yang signifikan.

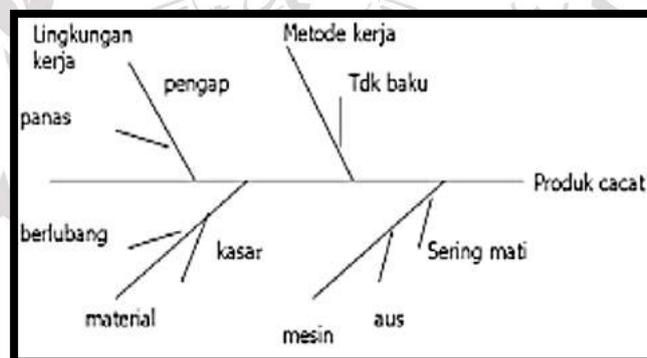


Gambar 2.2 contoh Diagram Pareto

Sumber : Gaspersz (2002)

2. Diagram Sebab Akibat (*Cause and effect diagram*), digunakan untuk menganalisa persoalan dan faktor-faktor yang menimbulkan persoalan.

Cause and effect diagram juga disebut *Ishikawa diagram* karena dikembangkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa. Selaain itu, diagram ini disebut juga *fishbone diagram* (diagram tulang ikan) karena bentuknya mirip kerangka tulang ikan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas antara lain: manusia, mesin atau peralatan, metode atau prosedur, dan material



Gambar 2.3 Contoh Diagram Ishikawa

Sumber : Gaspersz (2002)

Cara menyusun Diagram Fishbone dalam rangka mengidentifikasi penyebab suatu keadaan yang tidak diharapkan adalah sebagai berikut:

- Mulai dengan pernyataan masalah-masalah utama penting dan mendesak untuk diselesaikan.
- Tuliskan pernyataan masalah itu pada kepala ikan, yang merupakan akibat (*effect*). Tulislah pada sisi sebelah kanan dari kertas (kepala

ikan), kemudian gambarkan tulang belakang dari kiri ke kanan dan tempatkan pernyataan masalah itu dalam kotak.

- c. Tuliskan faktor-faktor penyebab utama (sebab-sebab) yang mempengaruhi masalah kualitas sebagai tulang besar, juga ditempatkan dalam kotak. Faktor-faktor penyebab atau kategori-kategori utama dapat dikembangkan melalui Stratifikasi ke dalam pengelompokan dari faktor-faktor: manusia, mesin, peralatan, material, metode kerja, lingkungan kerja, pengukuran, dll. Atau stratifikasi melalui langkah-langkah aktual dalam proses. Faktor –faktor penyebab atau kategori-kategori dapat dikembangkan melalui brainstorming.

2.3.2.4 Improve

Pada dasarnya rencana-rencana tindakan (action plans) 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 merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program pentingnya kualitas Six Sigma, yang berarti bahwa dalam tahapan ini tim peningkatkan 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.

2.3.2.5 Control

Control merupakan tahapan terakhir dalam proyek peningkatan kualitas Six Sigma. Tim Six Sigma kepada pemilik atau penanggung jawab proses, yang berarti proyek Six Sigma berakhir pada tahapan ini. Selanjutnya, proyek-proyek Six Sigma pada area lain dalam proses atau organisasi bisnis ditetapkan sebagai

proyek-proyek baru yang harus mengikuti siklus DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*) (Vincent Gaspersz, 2002).

2.4 Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

FMEA atau analisis mode kegagalan dan efek adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Suatu metode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang ditetapkan, atau perubahan-perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu. Dengan menghilangkan mode kegagalan maka FMEA akan meningkatkan keandalan dari produk sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakan produk tersebut. Langkah-langkah dalam membuat FMEA adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi proses atau produk/jasa.
2. Mendaftarkan masalah-masalah potensial yang dapat muncul, efek dari masalah-masalah potensial tersebut dan penyebabnya.
3. Menilai masalah untuk keparahan (*severity*), probabilitas kejadian (*occurrence*) dan detektabilitas (*detection*).
4. Menghitung *Risk Priority Number* atau RPN yang rumusnya adalah dengan mengalikan ketiga variabel dalam poin 3 diatas dan menentukan rencana solusi-solusi prioritas yang harus dilakukan. $RPN = S \times O \times D$

Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang *Severity*, *Occurrence*, *Detection*, serta hasil akhirnya yang berupa *Risk Priority Number* (RPN).

1. *Severity* adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak/intensitas kejadian mempengaruhi output proses. Dampak tersebut diranking mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk.

Tabel 2.3 *Severity*

Rating	Criteria of Severity Effect
10 9	Potential <i>safety</i> problem (masalah keamanan potensial). Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya dan berpengaruh terhadap keselamatan pengguna. Bertentangan dengan hukum.
8 7	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak akan diterima, berada diluar batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan sangat mahal.
6 5 4	<i>Moderate severity</i> (pengaruh buruk yang moderat). Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja, namun masih dalam batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan tidak mahal dan dapat selesai dalam waktu singkat
3 2	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan). Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja. Perbaikan dapat dikerjakan pada saat pemeliharaan reguler.
1	<i>Negligible severity</i> (pengaruh buruk yang diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk. Pengguna akhir mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan ini.

(Sumber : Gaspersz, 2002)

2. *Occurrence* adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. Dengan memperkirakan kemungkinan occurrence pada skala 1 sampai 10.

Tabel 2.4 *Occurrence*

Rating	Kriteria	Tingkat kegagalan/cacat
1	Adalah tidak mungkin bahwa penyebab ini yang mengakibatkan kegagalan	1 dalam 1000000
2 3	Kegagalan akan jarang terjadi	1 dalam 20000 1 dalam 4000
4 5 6	Kegagalan agak mungkin terjadi	1 dalam 1000 1 dalam 400 1 dalam 80
7 8	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi	1 dalam 40 1 dalam 20
9 10	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi	1 dalam 8 1 dalam 2

(Sumber : Gaspersz, 2002)

3. Nilai *Detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan / mengontrol kegagalan yang dapat terjadi.

Tabel 2.5 *Detection*

Rating	Kriteria	Tingkat kegagalan/cacat
1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab mungkin akan terjadi	1 dalam 1000000
2 3	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi adalah rendah	1 dalam 20000 1 dalam 4000
4 5 6	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Deteksi masih memungkinkan kadang-kadang penyebab itu terjadi	1 dalam 1000 1 dalam 400 1 dalam 80
7 8	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi masih tinggi.	1 dalam 40 1 dalam 20
9 10	Kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi	1 dalam 8 1 dalam 2

(Sumber : Gaspersz, 2002)

2.5 *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.

Tabel 2.6 Manfaat dari pencapaian beberapa tingkat sigma

<i>COPQ (Cost Of Poor Quality)</i>		
Tingkat Pencapaian <i>Sigma</i>	DPMO	COPQ
1- <i>Sigma</i>	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2- <i>Sigma</i>	308.538 (rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3- <i>Sigma</i>	66.807	25-40% dari penjualan
4- <i>Sigma</i>	6.210 (rata-rata industri USA)	15-25% dari penjualan
5- <i>Sigma</i>	233	5-15% dari penjualan
6- <i>Sigma</i>	3.4 (Industri Kelas Dunia)	< 1% dari penjualan
Setiap peningkatan atau penggeseran 1- <i>Sigma</i> akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10% dari penjualan.		

Sumber : Gaspersz (2002).

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

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

2. Biaya Kegagalan Eksternal (*External Failure Cost*), merupakan biaya-biaya yang berhubungan dengan kesalahan dan non konfirmasi (*errors and non conformance*) yang ditemukan setelah produk itu diserahkan ke pelanggan, sebagai berikut:
- a. Jaminan (*Warranty*) : Biaya yang dikeluarkan untuk penggantian atau perbaikan kembali produk yang masih berada dalam masa jaminan.
 - b. Penyelesaian keluhan (*Complain adjusment*) : Biaya-biaya yang dikeluarkan untuk penyelidikan dan penyelesaian keluhan yang berkaitan dengan produk cacat.
 - c. Produk kembalikan (*Return product*) : Biaya-biaya yang berkaitan dengan penerimaan dan penempatan produk cacat yang dikembalikan oleh pelanggan.
 - d. *Allowance* : Biaya-biaya yang berkaitan dengan konsesi pada pelanggan karena produk yang berada dibawah standar kualitas yang sedang diterima oleh pelanggan.
3. Biaya penilaian (*Apprial cost*), merupakan biaya-biaya yang berhubungan dengan penentuan derajat konformansi terhadap persyaratan kualitas (spesifikasi yang ditetapkan), sebagai berikut:
- a. 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.
 - b. Inspeksi dan pengujian produk dalam proses : Biaya-biaya yang berkaitan dengan evaluasi tentang konformansi produk dalam proses terhadap persyaratan kualitas (spesifikasi) yang ditetapkan.
 - c. Inspeksi dan pengujian produk akhir : Biaya-biaya yang berkaitan dengan evaluasi tentang konformansi produk akhir terhadap persyaratan kualitas yang ditetapkan.
 - d. Audit kualitas produk : Biaya-biaya untuk melakukan audit kualitas pada produk dalam proses atau produk akhir.
 - e. Pemeliharaan akurasi peralatan pengujian : Biaya-biaya dalam melakukan kalibrasi untuk mempertahankan akurasi instrumen pengukuran dan peralatan.

- f. Evaluasi stok : Biaya-biaya yang berkaitan dengan pengujian produk dalam penyimpanan untuk menilai degradasi kualitas.
4. Biaya pencegahan (*Prevention cost*), merupakan biaya-biaya yang berhubungan dengan upaya pencegahan terjadi kegagalan internal maupun eksternal, sehingga meminimumkan biaya kegagalan internal maupun eksternal, sebagai berikut:
- a. Perencanaan Kualitas : Biaya-biaya yang berkaitan dengan aktivitas perencanaan kualitas secara keseluruhan.
 - b. Peninjauan ulang produk baru : Biaya-biaya yang berkaitan dengan rekayasa keandalan (*reability engineering*) dan aktivitas lain terkait dengan kualitas yang berhubungan dengan pemberitahuan desain baru.
 - c. Pengendalian proses : Biaya-biaya inspeksi dan pengujian dalam proses untuk menentukan status dari proses (kapabilitas proses), bukan status dari produk.
 - d. Audit kualitas : Biaya-biaya yang berkaitan dengan evaluasi atas pelaksanaan aktivitas dalam rencana kualitas secara keseluruhan.
 - e. Evaluasi kualitas pemasok : Biaya-biaya yang berkaitan dengan evaluasi terhadap pemasok sebelum pemilihan pemasok.

Pelatihan : Biaya-biaya yang berkaitan dengan penyiapan dan pelaksanaan program pelatihan yang berkaitan dengan program peningkatan kualitas Six Sigma.

2.3 Penelitian Terdahulu

Banyak Skripsi dan Jurnal penelitian yang menggunakan metode Six Sigma dalam upaya pengendalian kualitas produk cacat. Antara lain sebagai berikut :

1. Wardhana, W, Harsono, A, Liansari, G.P. (2015) dalam jurnalnya yang berjudul “Implementasi Perbaikan Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma Untuk Mengurangi Jumlah Cacat Produk Sajadah Pada Perusahaan PT. Pondok Tekstil Kreasindo” dalam penelitiannya yaitu, Jenis cacat yang paling kritis dan harus dilakukan adalah cacat bolong. Penyebab jenis cacat bolong berdasarkan faktor operator, metode, dan peralatan. Faktor yang

paling menyebabkan cacat bolong adalah faktor metode. Faktor metode disebabkan karena SOP perusahaan yang belum baik sehingga tebal gulungan benang menjadi tidak sama satu sama lain tidak mengetahui jika benang akan habis. Usulan tindakan perbaikan yang diberikan kepada PT. Pondok Tekstil Kreasindo adalah dengan memisahkan pemakaian gulungan benang dan menghitung jumlah produk yang sudah dihasilkan dari gulungan benang, sehingga dapat diperkirakan kapan gulungan benang akan habis. Nilai DPMO mengalami penurunan sebesar 32645,74 dan nilai sigma mengalami peningkatan sebesar $0,327\sigma$. Dengan menurunnya nilai DPMO dan naiknya nilai sigma dari $2,983\sigma$ menjadi $3,31\sigma$, menandakan bahwa implementasi yang dilakukan cukup berhasil karena mampu mengurangi jumlah cacat pada perusahaan.

2. Didik Sugiyanto, Diah Kusuma Handayani, Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer (2015), dalam penelitiannya yang berjudul : Upaya Perbaikan Kualitas Proses *Packing* Semen untuk Mengurangi Jumlah Cacat Kantong Pecah Dengan Metode Six Sigma DMAIC. Pemecahan masalah dilakukan dengan metode Six Sigma, yang terdiri dari tahap *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control* (DMAIC). Hasil penelitian dimulai dari tahap *Define* dimana didapatkan kantong pecah sebagai *Critical to Quality* (CTQ) prioritas. Faktor-faktor penyebab kantong pecah berasal dari faktor metode, manusia, material, lingkungan serta mesin. Kegagalan yang didapatkan dari faktor mesin adalah *setting roro packer* kurang presisi, posisi penjepit kantong (*bag holder*), sensor berat rusak, *bag opening procedure*. Perbaikan menghasilkan nilai sigma yang meningkat sebesar 2,5 dan DPMO menurun sebesar 290.714. *Cost of Poor Quality* akibat cacat pada stasiun kerja menurun sebesar Rp 205.042.
3. Aulia Kusumawati, Lailatul Fitriyeni, Jurnal Sistem dan Manajemen Industri (2015) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengendalian Kualitas Proses Pengemasan GULA dengan Pendekatan Six Sigma” dalam penelitiannya yaitu, Jenis cacat yang paling kritis dan harus dilakukan adalah gagal timbang. Penyebab jenis cacat bolong berdasarkan faktor operator, mesin, dan metode. Faktor yang paling menyebabkan gagal

timbang adalah faktor operator. Faktor operator disebabkan karena kurangnya ketelitian operator dalam melakukan pekerjaan dan pengalaman yang berbeda-beda. Usulan tindakan perbaikan yang diberikan kepada PT. Pondok Tekstil Kreasindo adalah dengan perbaikan terhadap sistem pelatihan yang berkala terhadap operator untuk meningkatkan skill operator dalam menghadapi permasalahan proses dan menambah pengetahuan dalam menghadapi masalah-masalah baru. Nilai DPMO mempunyai nilai menurun sebesar 162,4532 dan nilai sigma meningkat sebesar $5,1\sigma$. Dengan menurunnya nilai DPMO dan naiknya nilai sigma, menandakan bahwa implementasi yang dilakukan cukup berhasil karena mampu mengurangi jumlah cacat.

