

## BAB II

### KAJIAN LITERATUR

#### 2.1 Kajian Empiris

Penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk khususnya untuk menurunkan produk cacat sebelumnya telah dilakukan oleh peneliti lainnya. Penelitian tersebut dilakukan di lokasi yang berbeda dan produk yang berbeda juga. Oleh karena itu, kajian empiris ini dilakukan untuk memperoleh peluang *research* dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Serta akan menjelaskan alasan penggunaan pendekatan DMAIC untuk menyelesaikan permasalahan kualitas yang terjadi.

Seperti halnya penelitian yang dilakukan oleh Yadav & Sukhwani, (2016) tentang kualitas part mobil dalam suatu industri dengan menggunakan metode *Six Sigma* DMAIC. Metode *Six Sigma* dipilih karena dianggap sebagai metode perbaikan berkelanjutan yang terstruktur secara baik untuk mengurangi cacat produk dalam proses manufaktur dengan menggunakan alat dan teknik statistik yang efektif. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa jenis cacat yang terjadi yaitu ketidaksesuaian kedalaman plat kopling pada jalur *single flow assembly*. Setelah di analisis ternyata penyebab utama terjadinya cacat ketidaksesuaian kedalaman plat kopling tersebut yaitu *Die Teeth*. Kemudian dengan menggunakan metode Brainstorming, tindakan perbaikan yang dipilih yaitu mengganti *Die Teeth* dengan yang baru. Berdasarkan tindakan perbaikan yang dipilih ternyata metode *Six Sigma* terbukti mampu mengurangi jumlah produk cacat. Hal tersebut ditunjukkan dengan berkurangnya nilai DPMO dari 68181 menjadi 9090,9 dan adanya peningkatan nilai sigma level dari 2,99 sigma menjadi 3,86 sigma yang artinya terjadi peningkatan perbaikan sebesar 30%.

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Srinivasan, et al., (2014) tentang kualitas tungku dengan menggunakan metode *Six Sigma* DMAIC. Metode *Six Sigma* dipilih karena dianggap mampu meningkatkan efektivitas *shell and tube heat exchanger* di perusahaan manufaktur tungku yang merupakan CTQ terbesar dari permasalahan. Hasil dari penelitian ini yaitu ditemukannya solusi untuk mengatasi masalah efektivitas *shell and tube heat exchanger* dengan cara meningkatkan volume *shell*, meningkatkan luas permukaan tabung, menurunkan kecepatan gas buang dan meningkatkan sejumlah lintasan. Berdasarkan solusi perbaikan yang telah dilakukan ternyata metode *Six Sigma* terbukti mampu meningkatkan efektivitas *shell and tube heat exchanger* dalam permasalahan penelitian ini. Hal tersebut di tandai dengan adanya peningkatan nilai sigma level dari 1,34 sigma menjadi 2,01 sigma.

Penelitian yang dilakukan oleh Jonny & Christyanti (2012) tentang kualitas asbes MHN 14 yang diproduksi oleh PT. BBI dengan metode *Six Sigma*, FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*) dan DOE (*Design of Experiment*) dengan menggunakan metode ANOVA. Metode FMEA digunakan untuk mengetahui rencana tindakan apa yang harus diterapkan untuk meningkatkan kualitas produk berdasarkan akar penyebab masalah yang telah dicari dengan menggunakan diagram tulang ikan. Sedangkan metode DOE digunakan untuk mengetahui peraturan teknis yang paling memberikan keuntungan untuk meningkatkan kualitas produk. jenis cacat yang paling dominan pada asbes MHN 14 ini yaitu sisi asbes yang datar. Hal tersebut dikarenakan adanya percepatan waktu curing yang tidak dilakukan bersama dengan peningkatan suhu. Sehingga solusi yang diusulkan dari hasil DOE untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah perusahaan harus meningkatkan suhunya hingga 350°C jika melakukan percepatan waktu curing 5 sampai 4 jam dari biasanya. Berdasarkan solusi perbaikan yang dilakukan ternyata metode *Six Sigma* terbukti mampu meningkatkan kualitas dari asbes MHN 14. Hal tersebut ditunjukkan dengan berkurangnya nilai DPMO dari 200 menjadi 180 dan adanya peningkatan nilai sigma level dari 4,91 sigma menjadi 5,02 sigma.

Penelitian yang dilakukan oleh Pugna, et al. (2016) tentang kualitas produk setengah jadi *Horn Assembly* pada lini produksi *Upper wire assembly* dengan menggunakan metode *Six Sigma*, FMEA dan Poka Yoke. Metode *Six Sigma* dipilih karena dianggap sebagai cara yang terbaik untuk meningkatkan kualitas dengan membantu perusahaan menghasilkan produk maupun layanan yang jauh lebih baik, cepat dan lebih murah. Metode FMEA dipilih karena dianggap sebagai metode yang rasional untuk menganalisis

kehandalan produk, proses dan mesin dengan mendeteksi kemungkinan kegagalan. Penyebab jumlah cacat tertinggi terjadi pada proses *riveting* yang disebabkan oleh ketidaksesuaian *rivet height*. Setelah dianalisis dengan menggunakan metode *5Why* ternyata penyebab terjadinya cacat tersebut yaitu kelelahan operator yang mengakibatkan kekuatan yang digunakan selama proses *riveting* tidak maksimal. Sehingga solusi yang diusulkan yaitu mendesain *hand tools* untuk proses *riveting* agar kekuatan yang digunakan bisa optimal dan memasang perangkat Poka Yoke yang memberikan sinyal ketika kekuatan operator melemah. Berdasarkan solusi perbaikan yang dilakukan ternyata metode *Six Sigma* terbukti mampu meningkatkan kualitas. Hal tersebut ditunjukkan dengan berkurangnya nilai DPMO dari 81.000 menjadi 108 dan peningkatan nilai sigma level dari 1,4 sigma menjadi 3,7 sigma.

Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Srinivasan, et al. (2014) tentang kualitas cat semprot pada proses *spray painting* dengan menggunakan metode *Six Sigma* dan Taguchi. Penyebab cacat yang paling dominan yaitu *peel off* dan *blisters*. Dengan menggunakan diagram sebab akibat menunjukkan penyebab terbesar terjadinya cacat tersebut yaitu ketidaksesuaian suhu pembersihan, PH fosfat dan suhu fosfat. Metode Taguchi dipilih untuk memberikan solusi perbaikan yang hasilnya yaitu menetapkan standar terbaik untuk suhu pembersihan yaitu 70°C, PH fosfat 3,5 dan suhu fosfat 60°C. Berdasarkan solusi perbaikan yang dilakukan ternyata metode *Six Sigma* terbukti mampu meningkatkan kualitas. Hal tersebut ditunjukkan dengan terjadinya peningkatan sigma level dari 3,3 sigma menjadi 4,5 sigma.

Penelitian yang dilakukan oleh Indrawati & Ridwansyah (2015) tentang kualitas bijih besi dengan menggunakan metode *Lean Six Sigma* dan FMEA. Metode *Lean Six Sigma* digunakan untuk meningkatkan kapabilitas proses manufaktur. Jenis cacat yang sering terjadi pada permasalahan ini yaitu kandungan Fe yang rendah, kelembapan bijih besi dan *Loss on Ignition* (LOI) yang buruk. Sigma level awal dari penelitian ini berada pada level 2,96 sigma. Akar penyebab masalah ditentukan dengan menggunakan metode FMEA yang menunjukkan bahwa penyebab terjadinya cacat yaitu tidak adanya standar material, desain *chute dust collector* yang buruk, tinggi BC-05 yang terlalu rendah dari permukaan tanah dan tabel miling rusak karena kesalahan operator. Sehingga solusi yang diusulkan yaitu mendesain ulang *chute dust collector*, membuat SOP penimbangan, ereksi BC-05, pemasangan vibrometer dan instalasi nitrogen.

Penelitian yang dilakukan oleh Hariri, et al. (2013) tentang kualitas pack susu merk Greenfield ESI (*Extended Self Life*) dengan menggunakan metode *Six Sigma* dan FMEA. Berdasarkan diagram pareto menunjukkan bahwa cacat terbesar berasal dari *Mechanical Samage: Soggy* sebesar 49,7%. Nilai DPMO yang didapat dari penelitian ini yaitu 43.178 DPMO dan sigma level sebesar 3,2 sigma. Akar penyebab masalah dicari dengan menggunakan diagram tulang ikan, hasilnya yaitu adanya kebocoran pack susu pada mesin filling dan handling. Kemudian dengan menggunakan metode FMEA menunjukkan RPN tertinggi kebocoran pack terjadi pada mesin Filling, sehingga fokus perbaikan ditujukan pada mesin Filling. Sehingga solusi yang diusulkan yaitu perbaikan mesin Filling dengan melakukan pemeliharaan preventif sebagai bentuk inspeksi rutin untuk mencegah terjadinya suatu masalah saat mesin dioperasikan.

Penelitian yang dilakukan oleh Satrijo, et al. (2013), tentang kualitas tas berbahan dasar *polypropylene* atau *spunbond* dengan menggunakan metode *Six Sigma*. Cacat yang paling banyak terjadi pada proses pemotongan adalah cacat lubang sedangkan cacat pada proses penyablonan yaitu cacat kotor dan cacat terbalik. Penyebab cacat dianalisis dengan menggunakan diagram tulang ikan dan FMEA yang hasilnya yaitu cacat disebabkan oleh kain yang terlalu tipis, kain berlubang, operator kurang fokus saat memotong kain, suasana ruang kerja yang bising, panas dan gelap, cat yang digunakan bercampur dengan debu, afdruck berlubang, operator belum ahli dan kurang fokus saat menyablon, teknik penyablonan belum benar dan teknik penumpukan yang masih keliru. Sehingga solusi yang diusulkan yaitu melakukan inspeksi pada kain yang dikirim oleh *supplier*, pemberian instruksi kerja, pemakaian *ear plug* pada operator, pemasangan lampu pada tempat kerja, menerapkan metode penutuoan kantong cat setelah diisi dan lain sebagainya. Berdasarkan solusi perbaikan yang dilakukan ternyata metode *Six Sigma* terbukti mampu meningkatkan kualitas. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai sigma yang meningkat pada proses pemotongan dari level 4,9 sigma menjadi 5,2 sigma dan pada proses penyablonan nilai sigma meningkat dari level 3,9 sigma menjadi 4,5 sigma.

Penelitian yang dilakukan oleh Ellianto, et al. (2015) tentang kualitas botol sabun cair dengan menggunakan metode Lean Six Sigma, FMEA dan Fuzzy. Metode Fuzzy dipilih karena dianggap sebagai metode yang dapat meningkatkan prioritas resiko dari hasil FMEA. Jenis cacat yang terjadi pada penelitian ini yaitu hitam kotor, garis di dinding botol, leher botol yang menyempit atau tersumbat dan permukaan botol yang tidak rata. Dengan menggunakan FMEA didapatkan hasil bahwa jenis cacat yang memiliki nilai

RPN tertinggi yaitu cacat hitam kotor yang disebabkan karena kurang memperhatikan komposisi dari material yang digunakan dan terjadinya kontaminasi dengan nilai RPN yang sama yaitu 48. Kemudian dengan menggunakan metode Fuzzy dipilih penyebab yang paling dominan dari 2 faktor tersebut yaitu kurang memperhatikan komposisi material. Sehingga solusi yang diusulkan yaitu produk akhir yang telah selesai diproduksi harus dilakukan kontrol oleh bagian *quality control*.

Penelitian yang dilakukan oleh Wisnubroto & Rukmana (2015), tentang kualitas sarung tangan di PT. Adi Satria Abadi dengan menggunakan metode *Six Sigma*, Analisis Kaizen (*Five M-Checklist*, *Five Step Plan* dan 5W+1H) dan *New Seven Tools*. Dalam proses produksi sarung tangan terdapat 18 jenis cacat dengan jenis cacat yang terbesar terjadi pada penjahitan lipat omo, pasang machi dan pasang ibu jari. Kemudian dari analisis *New Seven Tools*, penyebab cacat tersebut yaitu kurang ketatnya pengawasan oleh manajemen, pekerja yang kurang teliti, sulitnya pola jahitan dan terburu-buru karena mengejar target produksi. Solusi perbaikan dari hasil analisa metode Kaizen yang dilakukan antara lain yaitu manajemen melakukan kontrol, pengawasan pada bagian produksi dan memberikan arahan serta pelatihan pada pekerja, kemudian mengevaluasi material dan merawat mesin yang sudah tua. Ternyata metode *Six Sigma* terbukti mampu meningkatkan kualitas. Hal tersebut ditunjukkan oleh nilai sigma yang meningkat dari level 4,055 sigma menjadi 5,310 sigma.

Dan penelitian yang dilakukan oleh Valles, et al. (2009), tentang kualitas *circuit cartridge* untuk printer inkjet dengan menggunakan metode *Six Sigma*. Jenis cacat yang paling besar dari penelitian ini adalah kegagalan listrik. Penyebab terjadinya masalah cacat tersebut yaitu jumlah siklus pencucian, ketebalan lapisan procoat, banyaknya sirkuit, perbedaan operasional antar shift dan parameter peralatan grit blast. Sehingga solusi yang diusulkan yaitu pengujian sirkuit di tahap awal, standar ketebalan lapisan procoat yaitu 14 mikron, melakukan pelatihan dan membuat daftar praktek kerja yang baik dan lain-lain. Berdasarkan solusi perbaikan yang dilakukan ternyata metode *Six Sigma* terbukti mampu meningkatkan kualitas. Hal tersebut ditunjukkan dengan dapat ditemukan dan dapat dikendalikannya faktor kritis penyebab masalah dalam proses tersebut. Selain itu juga terjadi peningkatan nilai sigma sebesar 0,37 sigma sehingga menghapus 1,88% jumlah produk yang cacat.

Dari beberapa penjelasan penelitian terdahulu diatas, dapat disimpulkan bahwa metode *Six Sigma* dan FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*) dapat dikombinasikan

sebagai metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dengan menurunkan jumlah produk cacat. Yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu penulis menambahkan metode 5W+1H sebagai metode *Improve* untuk menentukan tindakan perbaikan kualitas yang tepat bagi perusahaan. Sehingga penelitian yang akan dilakukan yaitu tentang peningkatan kualitas proses dengan menurunkan jumlah produk cacat menggunakan pendekatan DMAIC dengan melibatkan metode *Six Sigma*, FMEA dan 5W+1H. Penelitian akan dilakukan dengan tahapan identifikasi, pengukuran, analisis dan perbaikan terhadap proses produksi dompet pria di Fanry Collection. Penulis ingin mengidentifikasi faktor-faktor yang menyebabkan produk mengalami cacat atau tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Kemudian penulis ingin menentukan dan menganalisis tindakan perbaikan apa yang dapat dilakukan perusahaan agar kualitas produk Fanry Collection dapat meningkat.

## **2.2 Kajian Teoritis**

### **2.2.1 Kualitas**

Kualitas memiliki banyak definisi yang berbeda-beda dan beragam. Menurut Gaspersz (2002) definisi kualitas terbagi menjadi 2 sisi yaitu konvensional dan strategik. Definisi konvensional dari kualitas yaitu suatu bentuk penggambaran secara spesifik dari suatu produk seperti kemudahan dalam penggunaan, performansi, estetika, keandalan dan lain sebagainya. Sedangkan definisi strategik dari kualitas yaitu segala sesuatu yang dapat memenuhi keinginan dan kebutuhan konsumen. Sedangkan menurut Marimin (2006) kualitas adalah ukuran seberapa besar tingkat kesesuaian suatu barang atau jasa dengan standar yang telah ditentukan. Standar tersebut dapat berupa waktu, kinerja, keandalan, bahan dan karakteristik yang dapat diukur. Kemudian menurut Syukron & Kholil (2013) definisi kualitas secara tradisional yaitu dasar dari suatu produk dan jasa yang harus sesuai dengan persyaratan yang diinginkan oleh pengguna produk tersebut.

Menurut Marimin (2006), ada 6 dimensi kualitas dari barang atau jasa, yaitu:

1. Fungsi dari suatu barang atau jasa.
2. Keawetan dan keandalan.
3. Tingkat kesesuaian terhadap spesifikasi.

4. Kemudahan dalam perawatan.
5. Estetika.
6. Kualitas yang ditangkap.

Menurut Gaspersz (2002), karakteristik kualitas produk mencakup:

1. *Performance* (Kinerja), berkaitan dengan aspek fungsional dari suatu produk.
2. *Features*, berkaitan dengan variasi pilihan dan pengembangan dari suatu produk.
3. *Reliability* (Kehandalan), berkaitan dengan tingkat kegagalan penggunaan produk.
4. *Serviceability*, berkaitan dengan kemudahan dan biaya reparasi atau perbaikan.
5. *Conformance* (Konformansi), berkaitan dengan kesesuaian produk dengan spesifikasi yang telah ditetapkan berdasarkan keinginan pelanggan.
6. *Durability*, berkaitan dengan umur ekonomis dari suatu produk.
7. *Aesthetic* (Estetika), berkaitan dengan desain atau daya tarik dan kemasan dari suatu produk.
8. *Perceived Quality* (Kualitas yang dirasakan), berkaitan dengan perasaan pelanggan saat mengonsumsi produk tersebut atau dengan kata lain reputasi atau citra produk.

### **2.2.2 Pengendalian Kualitas**

Pengendalian kualitas menurut Nur & Suyuti (2017) adalah suatu upaya yang digunakan untuk mempertahankan mutu atau kualitas dari suatu barang yang telah diproduksi, agar sesuai dengan standarisasi produk yang telah ditentukan oleh perusahaan. Pengendalian kualitas dilakukan dengan melakukan pengecekan barang berdasarkan standar dan melakukan pencatatan terhadap segala bentuk penyimpangan serta dianalisa. Segala bentuk penemuan dari proses tersebut digunakan sebagai umpan balik bagi semua pelaksana, sehingga dapat dilakukan upaya-upaya perbaikan pada produksi di masa yang akan datang. Sedangkan menurut Syukron & Kholil (2013), pengendalian kualitas produk yaitu sebuah sistem yang dilakukan mulai dari tahap awal proses hingga menjadi produk akhir bahkan hingga pada proses distribusi produk kepada konsumen.

Menurut Nur & Suyuti (2017), Pengendalian kualitas dilakukan agar spesifikasi produk akhir yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Sehingga tujuan pengendalian kualitas secara rinci yaitu:

1. Agar barang yang telah di produksi dapat sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan.
2. Mengupayakan untuk meminimalkan biaya inspeksi.
3. Mengupayakan untuk meminimalkan biaya desain produk dan proses dengan menggunakan mutu produksi.
4. Mengupayakan untuk meminimalkan biaya produksi.

### **2.2.3 Konsep *Six Sigma* Motorola**

Gaspersz (2002), menjelaskan tentang konsep *Six Sigma* bahwa *Six Sigma* Motorola adalah metode yang digunakan untuk mengendalikan dan meningkatkan kualitas yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986. Metode tersebut menjadi sebuah terobosan terbaru yang bermanfaat dalam bidang manajemen kualitas. Para ahli manajemen kualitas mengungkapkan alasan mengapa metode *Six Sigma* Motorola dapat berkembang dan diterima secara luas, yaitu karena adanya sikap frustrasi dari manajemen industri kepada sistem manajemen kualitas yang ada saat itu yang dinilai tidak mampu meningkatkan kualitas secara dramatik menuju *zero defect*. Dengan menerapkan prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas dari *Six Sigma* Motorola ternyata membuktikan bahwa setelah mengimplementasikannya selama kurang lebih 10 tahun perusahaan Motorola telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (kegagalan per sejuta kesempatan).

Beberapa keberhasilan Motorola setelah mengimplementasikan program *Six Sigma* yaitu:

1. Rata-rata produktivitas meningkat sebesar 12,3% per tahun.
2. COPQ (*Cost of Poor Quality*) menurun lebih dari 84%.
3. Kegagalan proses dapat di eliminasi kurang lebih 99,7%.
4. Menghemat biaya manufacturing lebih dari \$11 miliar.
5. Rata-rata Tingkat pertumbuhan tahunan dalam penerimaan, keuntungan dan harga saham Motorola meningkat 17%.

Berdasarkan fakta di Amerika Serikat setelah perusahaan fokus menerapkan konsep *Six Sigma*, ia akan mendapatkan hasil sebagai berikut:

1. Peningkatan sebesar 1-sigma pada tahun pertama, yaitu dari 3-sigma menjadi 4-sigma.
2. Peningkatan pada tahun kedua dari 4-sigma menjadi 4,7-sigma.
3. Peningkatan pada tahun ketiga, dari 4,7-sigma menjadi 5-sigma.
4. Pada tahun-tahun berikutnya, Rata-rata peningkatan adalah 0,1-sigma sampai 0,15-sigma per tahun.
5. Perusahaan dunia yang sangat berfokus pada kualitas membutuhkan waktu rata-rata 10 tahun untuk meningkatkan tingkat sigma dari 3-sigma menjadi tingkat 6-sigma. Artinya dalam perusahaan harus terjadi peningkatan sekitar 19.650 kali selama 10 tahun atau 1.965 peningkatan setiap tahun.
6. Peningkatan dari 3-sigma hingga 4,7-sigma menunjukkan hasil yang mengikuti kurva eksponensial (deret ukur), sedangkan peningkatan dari 4,7-sigma hingga 6-sigma menunjukkan hasil yang mengikuti kurva linear (deret hitung).

Hasil peningkatan kualitas diatas, diukur berdasarkan presentase COPQ (*Cost of Poor Quality*) terhadap penjualan yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. 1 Manfaat dari Pencapaian Beberapa Tingkat Sigma

<b>COPQ (<i>Cost of Poor Quality</i>)</b>			
<b>Tingkat Pencapaian Sigma</b>	<b>DPMO</b>		<b>COPQ</b>
1-sigma	691.462	(Sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2-sigma	308.538	(Rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3-sigma	66.807		25-40% dari penjualan
4-sigma	6.21	(Rata-rata industri USA)	15-25% dari penjualan
5-sigma	233		5-15% dari penjualan
6-sigma	3,4	(Industri kelas dunia)	<1% dari penjualan

Setiap peningkatan atau pergeseran 1-sigma akan memberikan peningkatan keuntungan sekitar 10% dari penjualan

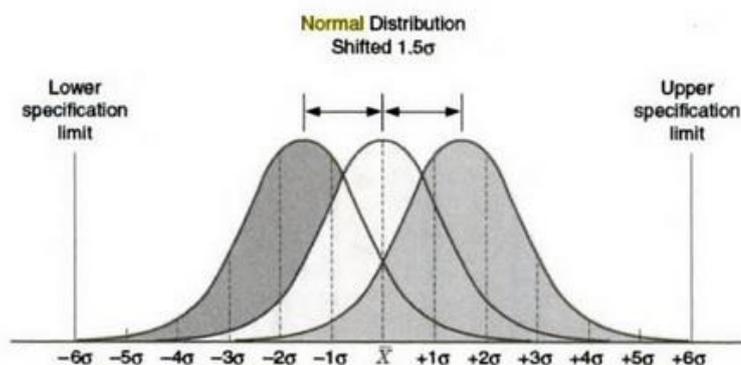
Sumber: Gaspersz, 2002

Pelanggan merasa puas jika mereka menerima nilai dari suatu produk yang sesuai dengan harapan mereka. Apabila produk baik barang maupun jasa diproduksi dengan menggunakan kualitas *Six Sigma*, maka perusahaan dapat mengharapkan 3,4 DPMO atau 99,99966% dari apa yang diharapkan oleh pelanggan ada dalam produk itu. Sehingga *Six Sigma* dapat menjadi ukuran target kinerja dari suatu sistem industri tentang hubungan proses transaksi produk antara pemasok dan pelanggan. Semakin tinggi target Sigma yang dicapai, maka kinerja sistem industri semakin baik. Oleh karena itu *Six Sigma* dapat dipandang sebagai suatu proses pengendalian industri yang berfokus pada pelanggan melalui penekanan pada kemampuan proses (*Process capability*).

Ada 6 aspek kunci yang harus diperhatikan dalam pengaplikasian konsep *Six Sigma*. Yaitu:

1. Mengidentifikasi pelanggan.
2. Mengidentifikasi produk.
3. Mengidentifikasi kebutuhan produksi untuk pelanggan.
4. Mengidentifikasi proses.
5. Menghilangkan kesalahan dan semua pemborosan.
6. Meningkatkan proses secara terus menerus untuk mencapai target *Six Sigma*.

Proses *Six Sigma* dengan distribusi normal yang mengizinkan pergeseran nilai rata-rata (*mean*) sebesar  $\pm 1,5$ -sigma dari nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan, sehingga akan menghasilkan 3,4 DPMO. Dengan demikian berdasarkan konsep *Six Sigma* Motorola, berlaku toleransi penyimpangan:  $(\text{mean} - \text{Target}) = (\mu - T) = \pm 1,5\sigma$  atau  $\mu = T \pm 1,5\sigma$ . Dimana  $\mu$  merupakan nilai rata-rata (*mean*) dari proses, sedangkan  $\sigma$  merupakan ukuran variasi proses dan T merupakan nilai spesifikasi target kualitas. Pergeseran nilai rata-rata  $\pm 1,5\sigma$  dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 1 *Six Sigma* Motorola dengan Distribusi Normal Bergeser 1,5-Sigma

Perlu dipahami sejak awal bahwa konsep *Six Sigma* Motorola dengan pergeseran nilai rata-rata (*mean*) sebesar  $\pm 1,5$ -sigma ( $1,5 \times$  standar deviasi maksimum) dari proses yang diizinkan adalahh berbeda dengan konsep *Six Sigma* pada distribusi normal umum yang selama ini tidak mengizinkan pergeseran nilai rata-rata (*mean*) dari proses. Perbedaan tersebut ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 2 Perbedaan True 6-Sigma dengan Motorola's 6-Sigma

True 6-Sigma Process (Normal Distribution Centered)			Motorola's 6-Sigma Process (Normal Distribution Shifted 1,5-sigma)		
Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Persentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/ cacat per sejuta kesempatan)	Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Persentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/ cacat per sejuta kesempatan)
$\pm 1$ -sigma	68,27%	317.300	$\pm 1$ -sigma	30,8538%	691.462
$\pm 2$ -sigma	95,45%	45.500	$\pm 2$ -sigma	69,1462%	308.538
$\pm 3$ -sigma	99,73%	2.700	$\pm 3$ -sigma	93,3193%	66.807
$\pm 4$ -sigma	99,9937%	63	$\pm 4$ -sigma	99,3790%	6.210
$\pm 5$ -sigma	99,999943%	0,57	$\pm 5$ -sigma	99,9767%	233
$\pm 6$ -sigma	99,9999998%	0,002	$\pm 6$ -sigma	99,99966%	3,4

Sumber: Gaspersz, 2002

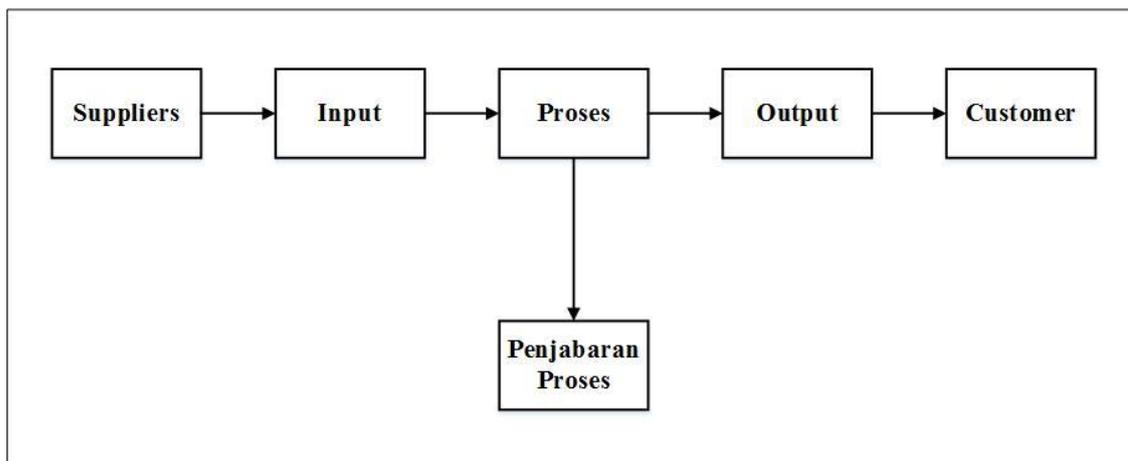
## 2.2.4 Metodologi Six Sigma

*Six Sigma* adalah suatu metode yang terstruktur dan memiliki prosedur yang digunakan untuk melakukan perbaikan dan peningkatan kualitas untuk mencapai target *Six Sigma* yaitu dengan menggunakan konsep DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Konsep DMAIC sangat bergantung antara satu fase dengan fase lainnya. Hal tersebut dikarenakan output dari setiap fase akan menjadi input bagi fase selanjutnya. Berikut adalah tahap-tahap *Six Sigma* DMAIC:

### 2.2.4.1 Define

*Define* adalah langkah awal dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* yang berisi penetapan sasaran dari aktivitas peningkatan kualitas (Wisnubroto & Rukmana, 2015). Menurut Syukron & Kholil (2013), tujuan tahap *Define* adalah mengidentifikasi produk dan proses yang akan diperbaiki serta menentukan sumber-sumber yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek. Sehingga dalam melaksanakan proyek *Six Sigma* harus ditentukan terlebih dahulu sasaran dan tujuan proyek. Tujuan proyek harus ditentukan secara spesifik, dapat diukur (*measurable*), sesuai dengan target kualitas yang ditetapkan dan waktu pelaksanaannya terbatas.

*Tools* yang digunakan dalam tahap *Define* ini adalah Diagram SIPOC (*Suppliers, Inputs, Processes, Outputs* dan *Customers*). Diagram SIPOC merupakan alat yang sangat berguna dan banyak digunakan dalam manajemen dan peningkatan proses. Menurut Pande & Holpp (2005), Diagram SIPOC merupakan diagram yang menggambarkan aktivitas atau sub proses pada suatu proses bisnis secara mayor. Diagram SIPOC digunakan sebagai alat bantu untuk menentukan batasan-batasan dan elemen-elemen penting dari sebuah proses. Berikut ini adalah contoh bentuk dari diagram SIPOC:



Gambar 2. 2 **Diagram SIPOC**

Sumber: Gaspersz, 2002

Menurut Gaspersz (2002), ada lima elemen utama SIPOC dalam sistem kualitas, yaitu:

1. *Suppliers*

*Supplier* adalah seseorang atau kelompok yang memberikan informasi kunci, bahan material maupun sumber daya kepada proses. Apabila proses memiliki beberapa sub-proses, maka sub-proses sebelumnya dianggap sebagai *internal suppliers*.

2. *Inputs*

Input adalah segala sesuatu yang diberikan oleh *supplier* kepada proses.

3. *Processes*

Proses adalah sebuah langkah yang mentransformasikan nilai tambah kepada input. Suatu proses terdiri dari beberapa sub-proses.

4. *Outputs*

Output adalah suatu produk baik barang maupun jasa yang dihasilkan oleh suatu proses. Dalam dunia manufaktur, output dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi.

5. *Customers*

*Customer* adalah seseorang atau kelompok maupun sub-proses yang menerima output.

#### 2.2.4.2 Measure

*Measure* adalah langkah kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Menurut Syukron & Kholil (2013), tujuan dari tahap *measure* adalah mengetahui CTQ (*Critical to Quality*) dari produk maupun proses yang ingin diperbaiki, kemudian mengumpulkan informasi dasar (*baseline information*) dari produk maupun proses, menetapkan target perbaikan yang ingin dicapai, menghitung nilai DPMO dan Sigma Level.

Tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *Measure* adalah (Gaspersz, 2002):

1. Menentukan Karakteristik Kualitas (CTQ) kunci.

Dalam penentuan CTQ harus dilakukan pengukuran pada keseluruhan sistem yang menjadi ruang lingkup proyek *Six Sigma*. Pengukuran harus dilakukan kepada hal yang berkaitan secara langsung dengan kepuasan pelanggan dan strategi bisnis. Sebaiknya penetapan CTQ kunci harus yang dapat dikuantifikasikan dalam angka-angka agar pengukuran dapat dilakukan secara tepat dan terbuka. Dalam pengukuran CTQ, sebaiknya memperhatikan aspek internal dan eksternal dari organisasi atau perusahaan tersebut. Aspek internal dapat berupa tingkat kecacatan produk, *cost of poor quality* (COPQ) seperti pengerjaan ulang dan lain-lain. Sedangkan aspek eksternal dapat berupa kepuasan pelanggan, pangsa pasar dan lain-lain.

2. Mengembangkan rencana pengumpulan data dengan cara pengukuran proses, output dan *outcome*.

Pengukuran karakteristik kualitas dilakukan pada tingkat:

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

Pengukuran pada setiap langkah proses dan karakteristik kualitas input diberikan kepada *supplier* yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas output yang diinginkan.

b. Pengukuran pada tingkat output (*Output Level*)

Pengukuran karakteristik kualitas dengan cara membandingkan antara output yang dihasilkan oleh suatu proses dengan spesifikasi karakteristik kualitas yang diinginkan konsumen.

c. Pengukuran pada tingkat outcome (*Outcome Level*)

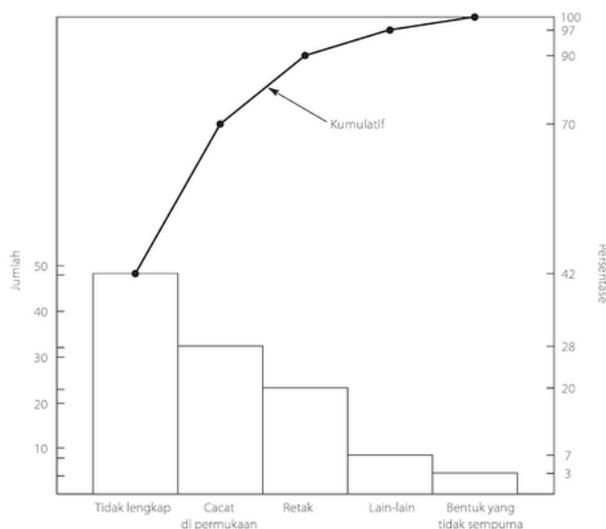
Pengukuran tentang bagaimana suatu produk dapat memenuhi kebutuhan spesifik dan ekpektasi pelanggan atau mengukur tingkat kepuasan pelanggan atas suatu produk.

3. Mengukur kinerja saat ini untuk ditetapkan sebagai baseline kinerja pada awal proyek *Six Sigma*.

Pengukuran yang dilakukan apabila suatu proses terdiri dari beberapa sub-proses. Pengukuran kinerja pada tingkat proses akan memberikan gambaran secara jelas tentang segala sesuatu yang terjadi di sub-proses.

*Tools* yang digunakan untuk membantu dalam tahap *measure* ini adalah diagram pareto. Menurut Evans & Lindsay (2007), Pareto Diagram adalah histrogram dari suatu data yang diurutkan dari frekuensi terbesar sampai frekuensi terkecil. Analisis dari diagram pareto digunakan untuk memisahkan beberapa faktor yang dianggap penting dengan faktor yang dianggap tidak penting serta digunakan untuk memberikan usulan untuk pemilihan tindakan perbaikan yang akan dilakukan. Hal tersebut dikarenakan, diagram Pareto dapat membantu menganalisis secara progresif dan fokus pada masalah yang spesifik dan signifikan.

Contoh diagram pareto dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2. 3 Contoh Diagram Pareto**

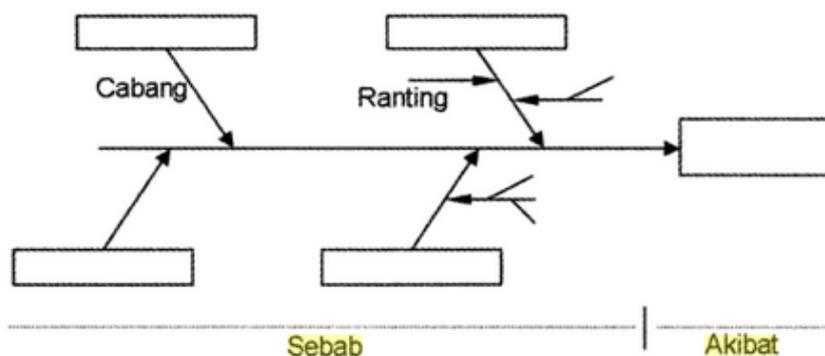
### 2.2.4.3 Analyze

*Analyze* adalah langkah ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Menurut Gaspersz (2002), beberapa hal yang harus dilakukan pada langkah *Analyze* ini yaitu serta menentukan stabilitas dan kabalilitas (kemampuan) proses, menetapkan target kinerja dari CTQ kunci yang akan diperbaiki, mengidentifikasi sumber dan akar penyebab cacat produk dan mengubah kegagalan kedalam bentuk *cost of poor quality* (COPQ). *Tools* yang digunakan untuk membantu dalam tahap *Analyze* ini adalah:

#### 1. Diagram Sebab Akibat.

Diagram sebab akibat selama ini dikenal juga dengan berbagai nama yaitu *cause and effect diagram*, diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) dan diagram ishikawa. Menurut Evans & Lindsay (2007), diagram sebab akibat adalah suatu metode grafis sederhana yang digunakan untuk membuat suatu hipotesis tentang hubungan sebab dan akibat dari suatu permasalahan serta digunakan untuk menyortir potensi penyebab dan mengintegrasikan hubungan antara masing-masing variabel. Struktur diagram sebab akibat menggambarkan permasalahan pada akhir garis horizontal. Cabang yang berada pada ranting utama merupakan sebab. Kemudian cabang yang menunjuk ke sebab merupakan kontributor dari sebab tersebut. Karena diagram ini dapat mengidentifikasi penyebab dari suatu masalah, maka analisis lebih lanjut dapat dilakukan.

Menurut Herjanto (2000), secara umum format diagram ishikawa dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 4 Format Diagram Sebab Akibat

Sumber: Herjanto, 2000

2. Menurut Stamatis (2003), FMEA (*Failure Mode & Effect Analysis*) adalah suatu model sistematis yang dapat digunakan untuk memeriksa semua bentuk kegagalan yang dapat terjadi. Pada setiap kegagalan yang terjadi akan diperiksa pengaruhnya terhadap keseluruhan sistem, desain, proses dan layanan berdasarkan *severity* (tingkat keseriusan *potential failure mode*), *occurrence* (frekuensi terjadinya *potential failure mode*) dan *detection* (tingkat *potential failure mode* dapat dideteksi).

Keuntungan penggunaan FMEA yaitu:

1. Dapat mengidentifikasi mode kegagalan yang diketahui dan potensial.
2. Dapat mengidentifikasi penyebab dan efek dari setiap mode kegagalan.
3. Dapat menyediakan usulan untuk menindaklanjuti masalah dan tindakan korektifnya.
4. Dapat memprioritaskan mode kegagalan sesuai dengan *Risk Priority Number* (RPN) berdasarkan *severity*, *occurrence* dan *detection*.

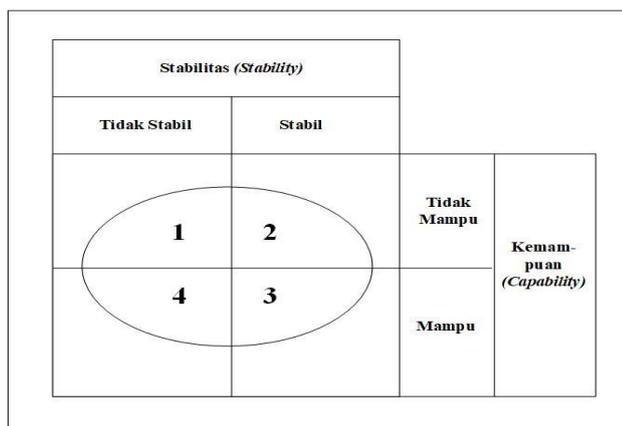
Ada 4 tipe FMEA yaitu:

1. *System FMEA (Concept FMEA)*  
Digunakan untuk menganalisis sistem dan subsistem dari konsep awal dan tahap desain. *System FMEA* berfokus pada mode kegagalan potensial yang terjadi antar fungsi sistem yang disebabkan oleh kelemahan sistem itu sendiri.
2. *Design FMEA*  
Digunakan untuk menganalisis produk sebelum dirilis ke manufaktur. *Design FMEA* berfokus pada mode kegagalan yang disebabkan oleh kelemahan desain.
3. *Process FMEA*  
Digunakan untuk menganalisis proses manufaktur dan assembly (perakitan). *Process FMEA* berfokus pada mode kegagalan yang disebabkan oleh proses atau assembly.
4. *Service FMEA*  
Digunakan untuk menganalisis layanan sebelum sampai ke pelanggan. *Service FMEA* berfokus pada mode kegagalan yang disebabkan oleh kelemahan sistem atau proses.

### 2.2.4.3.1 Stabilitas Proses

Stabilitas Proses digunakan untuk mengetahui apakah suatu proses produksi berada pada kondisi stabil atau tidak ketika menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan perusahaan. Stabilitas proses digunakan sebagai syarat perhitungan kapabilitas proses, hal tersebut dikarenakan kapabilitas proses baru bisa dianalisis jika data-data yang digunakan telah stabil atau berada pada batas kontrol yaitu diantara batas spesifikasi atas dan batas spesifikasi bawah. Agar dapat mengetahui apakah data telah stabil atau belum, maka digunakanlah peta kendali (Gaspersz, 2002).

Pada dasarnya pengendalian dan peningkatan suatu proses industri mengikuti konsep siklus hidup proses (*process life cycle*) yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 5 **Siklus Hidup Proses Industri**  
 Sumber: Gaspersz, 2002

Berdasarkan gambar diatas diketahui bahwa target utama dari program *Six Sigma* adalah membuat proses industri dapat beroperasi pada kondisi nomor 3 yaitu proses yang stabil dan mampu, sehingga dapat mencapai tingkat kegagalan nol (*zero defects oriented*). Untuk menentukan apakah suatu proses berada pada kondisi stabil dan mampu atau tidak, maka dibutuhkan alat atau metode statistika untuk menganalisisnya. Prosedur penggunaan alat-alat statistika yang digunakan untuk pengembangan sistem industri menuju kondisi stabil dan mampu ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. 3 Analisis Sistem Industri Sepanjang Siklus Hidup Proses Industri

Status Proses				
No.	Stabilitas ( <i>Stability</i> )	Kemampuan ( <i>Capability</i> )	Situasi	Analisis
1	Tidak	Tidak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keadaan proses berada diluar pengendalian.</li> <li>Proses akan menghasilkan produk cacat secara terus menerus.</li> </ul>	Sistem industri berada dalam kondisi paling buruk.
2	Ya	Tidak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keadaan proses berada di dalam pengendalian.</li> <li>Proses masih menghasilkan produk cacat.</li> </ul>	Sistem industri berada dalam status antara menuju peningkatan kualitas secara global.
3	Ya	Ya	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keadaan proses berada di dalam pengendalian.</li> <li>Proses tidak menghasilkan produk cacat (<i>zero defect</i>).</li> </ul>	Sistem industri berada dalam kondisi paling baik, yang merupakan target dari program <i>Six Sigma</i> .
4	Tidak	Ya	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proses berada di luar pengendalian.</li> <li>Proses menimbulkan masalah kualitas secara sporadis.</li> </ul>	Sistem industri tidak dapat diperkirakan ( <i>unpredictable</i> ) dan tidak diinginkan ( <i>undesirable</i> ) oleh manajemen industri

Sumber: Gaspersz, 2002

#### 2.2.4.3.2 Peta Kendali

Peta Kendali atau peta kontrol dapat diklasifikasikan menjadi dua tipe secara umum. Apabila karakteristik kualitas dapat diukur dan dapat dinyatakan dengan angka maka disebut data variabel dan peta kontrol yang digunakan peta kontrol variabel. Sedangkan apabila karakteristik kualitas tidak dapat diukur dengan menggunakan skala kuantitatif maka merupakan data atribut, maka peta kontrol yang tepat digunakan adalah peta kontrol atribut. Penentuan batas kendali dalam peta kontrol tergantung pada karakteristik produk tertentu.

Marimin (2004) menjelaskan tentang macam-macam peta kendali, sebagai berikut:

#### 1. Peta kontrol atribut (sifat)

Banyaknya karakteristik kualitas tidak dapat dengan mudah dinyatakan secara numerik. Data atribut biasanya diperoleh dalam bentuk unit ketidaksesuaian dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Umumnya untuk data atribut menggunakan peta kontrol p, np, c dan u. Asas-asas statistik yang melandasi peta kontrol untuk p dan np adalah distribusi binomial, sedangkan peta kontrol c dan u didasarkan pada distribusi poisson. Peta kontrol data atribut yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta kontrol p.

Peta kontrol p digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan atau cacat) dari kelompok suatu inspeksi untuk mengendalikan proporsi item yang tidak memenuhi spesifikasi dalam suatu proses. Proporsi yang tidak memenuhi spesifikasi didefinisikan sebagai rasio banyaknya item yang tidak memenuhi syarat dalam suatu kelompok terhadap total banyaknya item dalam kelompok tersebut. Item tersebut dapat mempunyai beberapa karakteristik kualitas yang diperiksa secara simultan oleh pemeriksa, jika item itu tidak memenuhi standar pada satu atau lebih karakteristik kualitas yang diperiksa maka item tersebut digolongkan sebagai cacat.

#### 2. Peta kontrol Data Variabel

Karakteristik kualitas yang dapat diukur yang disebut dengan variabel yaitu seperti dimensi, berat atau volume. Peta kontrol yang umum digunakan untuk data variabel adalah peta kontrol  $\bar{X}$ -R dan peta kontrol  $\bar{X}$ -MR. Peta kontrol data variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta kontrol  $\bar{X}$  dan R. Peta kontrol  $\bar{X}$  menjelaskan perubahan-perubahan yang terjadi dalam titik pusat atau rata-rata dari suatu proses, sedangkan peta kontrol R menjelaskan tentang perubahan-perubahan dalam ukuran variasi.

### 2.2.4.3.3 Kapabilitas Proses (Cp)

Kapabilitas proses (*process capability*) yaitu kemampuan dari suatu proses untuk memproduksi dan memberikan output yang sesuai dengan harapan dan kebutuhan dari pelanggan terhadap suatu produk (Sugian, 2006). Dalam kapabilitas proses dikenal dengan adanya dua jenis data yang berbeda yaitu (Gaspersz, 2002):

#### 1. Kapabilitas Proses Data Variabel

Data variabel yaitu data yang bersifat kontinu dan dapat diukur (kuantitatif) dengan menggunakan suatu alat ukur tertentu untuk kepentingan pencatatan dan analisa. Contoh dari data variabel adalah diameter, berat, panjang, lebar, volume dan tinggi. Indeks yang digunakan dalam *Six Sigma* yaitu:

##### a. Indeks Kapabilitas Proses (Cpm)

Indeks Kapabilitas Proses (Cpm) digunakan untuk mengukur pada tingkat manakah suatu output dapat sesuai dengan spesifikasi target kualitas (T) yang diharapkan oleh pelanggan. Semakin tinggi nilai Cpm, maka menunjukkan bahwa output proses tersebut juga semakin mendekati T yang diinginkan oleh pelanggan. Semakin tinggi nilai Cpm juga menandakan bahwa tingkat kegagalan dari suatu proses juga semakin berkurang atau dengan kata lain semakin mendekati target *zero defect*.

##### b. Indeks Performansi Kane (Cpk)

Indeks Performansi Kane (Cpk) menggambarkan hubungan kedekatan nilai rata-rata suatu proses dengan salah satu batas spesifikasi.

##### c. Indeks Kapabilitas Proses (Cpmk)

Indeks Kapabilitas Proses (Cpmk) mengukur pada tingkat manakah output dari suatu proses berada dalam batas toleransi (batas spesifikasi atas dan batas spesifikasi bawah yang diinginkan oleh pelanggan)

#### 2. Kapabilitas Proses Data Atribut

Data atribut yaitu data yang bersifat diskrit dan dapat dihitung (kualitatif) dengan menggunakan daftar pencacahan untuk kepentingan pencatatan dan analisa. Data atribut biasanya berupa ketidaksesuaian produk terhadap standar atau spesifikasi kualitas yang ditentukan.

#### **2.2.4.4 Improve**

Menurut Gaspersz (2002), *Improve* adalah langkah ke empat dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Setelah sumber dan akar penyebab masalah diketahui maka selanjutnya menetapkan rencana perbaikan untuk meningkatkan kualitas *Six Sigma*. Sehingga *tools* yang digunakan untuk menentukan tindakan perbaikan adalah 5W+1H.

1. *What* (Apa)  
Apa target utama dari peningkatan kualitas?
2. *Why* (Mengapa)  
Mengapa tindakan perbaikan harus dilakukan?
3. *Where* (Dimana)  
Dimana tindakan perbaikan akan dilakukan?
4. *When* (Kapan)  
Kapan tindakan perbaikan akan dilakukan?
5. *Who* (Siapa)  
Siapa yang bertanggung jawab terhadap tindakan perbaikan yang dilakukan?
6. *How* (Bagaimana)  
Bagaimana cara melakukan tindakan perbaikan?

#### **2.2.4.5 Control**

*Control* adalah langkah terakhir dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil dari peningkatan kualitas harus didokumentasikan dan disebarluaskan kepada penanggungjawab proses. Hasil sukses yang didapatkan selama program peningkatan kualitas harus dibuat standarisasi agar selanjutnya perusahaan dapat menghasilkan produk-produk yang berkualitas optimum. Standarisasi dilakukan sebagai suatu tindakan preventif agar masalah kualitas yang pernah terjadi tidak akan terulang kembali. Prosedur-prosedur kerja yang telah ditetapkan selama program peningkatan kualitas juga harus didokumentasikan dan dijadikan standar pedoman kerja. Hasil dari program peningkatan kualitas harus selalu dilakukan peningkatan secara terus menerus pada jenis masalah yang lain, sehingga kualitas produk dari perusahaan selalu mengalami peningkatan (Gaspersz, 2002).