Bab 2
Studi Literatur

2.1. Kualitas

Banyak pakar organisasi yang mencoba mendefinisikan kualitas berdasarkan sudut pandangnya masing-masing. Meskipun tidak ada definisi mengenai kuaitas yang diterima secara universal, dari definisi-definisi yang ada terdapat beberapa kesamaan, yaitu dalam elemen-elemen sebagai berikut: kualitas meliputi usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan, kualitas mencakup produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan, kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (misalnya apa yang dianggap merupakan kualiatas saat ini mungkin diangga kurang berkualitas pada masa mendatang. Dengan berdasarkan elemen-elemen tersebut, Goetsch dan Davis membuat definisi mengenai kualitas yang lebih luas cakupannya. Definisi tersebut adalah: *kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses, dan lingkungan yang memenuhi ata yang melebihi harapan.*

2.1.2. Dimensi Kualitas

Ada delapan dimensi kualitas yang dikembangkan Garvin dan dapat digunakan sebagai kerangka perencanaan strategis dan analisis, terutama untuk produk manufaktur. Dimensi-dimensi tersebut adalah:

1. Kinerja *(performance),* yaitu karakteristik operasi pokok dari produk inti.
2. Ciri-ciri atau keistimewaan tambahan *(features),* yaitu karakteristik sekunder pelengkap.
3. Keandalan *(realibility),* yaitu kemungkinan kecil mengalami kerusakan atau gagal dipakai.
4. Kesesuaian dengan spesifikasi *(conformance to spesifications),* yaitu sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standar-standar yang telah ditetapkan sebelumnya.

5. Daya tahan *(durability)*, berkaitan dengan berapa lama produk tersebut dapat terus digunakan.
6. *Serviceability*, meliputi kecepatan, kompetensi, kenyamanan, mudah direparasi; penganan keluhan yang memuaskan.
7. Estetika, yaitu daya tarik produk terhadap panca indera.
8. Kualitas yang dipersepsikan *(perceived quality)*, yaitu citra dan reputasi produk sera tanggung jawab perusahaan terhadapnya.

Bila dimensi-dimensi diatas lebih banyak diterapkan pada perusahaan manufaktur, maka berdasarkan berbagai penelitian terhadap beberapa jenis jasa, Zeitham, Berry dan Parasuraman (1985) berhasil mengidentifikasi lima kelompok karakteristik yang digunakan oleh para pelanggan dalam mengevaluasi kualitas jasa, yaitu

1. Bukti langsung (*tangibles)*, meliputi fasilitas fisik, perlengkapan, pegawai, dan sara komunikasi.
2. Kehandalan *(realibity)*, yakni kemampuan memberikan pelayanan yang dijanjikan dengan segera dan memuaskan.
3. Daya tanggap *(responsiveness)*, yaitu keinginan para staf untuk membantu para pelanggan dan memberikan pelayanan dengan tanggap.
4. Jaminan *(assurance)*, mencakup kemampuan, kesopanan, dan sifat dapat dipercaya yang dimiliki para staf; bebas dari bahaya, risiko atau keragu-raguan.
5. Empati, meliputi kemudahan dalam melakukan hubungan, komunikasi yang baik, dam memahami kebutuhan para pelanggan.

2.2. *Six Sigma Motorola*

Six Sigma Motorola merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Banyak ahli manajemen kualitas yang menyatakan bahwa metode *Six Sigma Motorola* dikembangkandan diterima secara luas oleh dunia industri, karena manajemen indsutri frustrasi terhadap sistem-sistem manajemen kualitas yang ada, yang tidak mampu melakukan peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol *(zero defect).* Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkaan kualitas *Six Sigma Motorola* mampu menjawab tantangan ini, dan terbukti perusahaan Motorola kurang lebih selama 10 tahun setelah iplementasi konsep *Six Sigma* telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO *(defects per million opportunities-kegagalan per sejuta kesempatan)*.

Menurut Vincent Gasperz (2002), beberapa survei yang dilakukan di Amerika Serikat menunjukkan keberhasilan aplikasi program *Six Sigma* di perusahaan-perusahaan contoh, di mana perusahaan- perusahaan yang beroperasi pada tingkat 3-sigma akan mampu memperoleh manfaat secara rata-rata per tahun setelah beroperasi pada tingkat 4-sigma (peningkatan kualitas sebesar 1-sigma) adalah:

- Peningkaan keuntungan *(contribution margin improvement)* rata-rata: 20%
- Peningkatan kapasitas sekitar:12%-18%
- Penghematan tenaga kerja sekitar: 12%
- Penurunan penggunaan modal operasional sekitar: 10%-30%

Pengalaman di Amerika Serikat menunjukkan bahwa apabila perusahaan mulai menerapkan dan memfokuskan selurus sumber daya pada konsep *Six Sigma*, ia akan memperoleh hasil-hasil berikut:

- Terjadi peningkatan 1-sigma dari 3-sigma menjadi 4-sigma pada tahun pertama.
- Pada tahun kedua, peningkatan akan terjadi dari 4-sigma menjadi 4,7-sigma.
- Pada tahun ketiga, peningkatan akan terjadi dari 4,7-sigma menjadi 5-sigma.
- Pada tahun keempat, peningkatan akan terjadi dari 5-sigma mejadi 5,1-sigma.

- Pada tahun-tahun selanjutnya, peningkatan rata-rata adalah 0,1-sigma sampai maksimum 0,15-sigma setiap tahun.
- Perusahaan-perusahaan kelas dunia yan sangat peduli terhadap kualitas membutuhkan waktu rata-rata 10 tahun untuk beralih dari tingkat operasional 3-sigma (66.810 DPMO – kegagalan per sejuta kesempatan), yang berarti harus terjadi peningkatan sekitar 66.810/3,4 = 19.650 kali selama 10 tahun atau secara rata-rata sekitar 1965 "peningkatan" setiap tahun.
- Peningkatan dari 3-sigma sampai 4,7-sigma memberikan hasil mengikuti kurva eksponensial (mengikuti deret ukur), sedangkan peningkatan dari 4,7-sigma sampai 6-sigma mengikuti kurva linear (mengikuti deret hitung).

Hasil-hasil dari peningkatan kualitas dramatik di atas, yang diukur berdasarkan persentase antara COPQ (*cost of poor quality)* terhadap penjualan ditunjukkan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1. Manfaat dari Pencapaian Beberapa Tingkat Sigma.

COPQ (Cost of Poor Quality)		
Tingkat Pencapaian Sigma	***DPMO (defects per million opportunities)***	***COPQ***
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	6.210 (rata-rata industri USA)	15-25% dari penjualan
5-sigma	233	5-15% penjualan
6-sigma	3,4 (industri kelas dunia)	< 1% dari penjualan
setiap peningkatan atau pergeseran 1-sigma akan diberikan peningkatan keuntungan sekitar 10% dari penjualan		

Sumber: Vincent Gasperz (2002).

2.2.1. Beberapa Istilah Dalam Konsep *Six Sigma*

Perlu dikemukakan beberapa istilah yang berlaku dalam metode *Six Sigma* agar lebih mudah dipahami (Vincent Gasperz, 2002).

1. *Critical to Quality* (CTQ). 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.

2. *Defect*. Kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan oleh pelanggan.

3. *Defects per Opportunity* (DPO). Ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukan formula: DPO = banyaknya cacat atau kegagalan yang ditemukan dibagi dengan (banyaknya unit yang diperiksa dikalikan banyaknya CTQ potensial yang menyebabkan cacat atau kegagalan itu). Besaran DPO ini, apabila dikalikan dengan konstanta 1.000.000, akan menjadi ukuran *defects per million opportunities* = DPMO jadi, DPMO = DPO x 1.000.000, misalnya, dalam proses pemesanan item-item melalui internet di toko buku *returns* (pengembalian) 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 ga dibutuhkan lagi, (4) menemukan harga yang lebih murah ditempat lain, (5) kinerja kualitas produk tidak sesuai dengan ekspetasi, (6) produk (terutama *software*, elektronik, dan lain-lain) tidak sesuai dengan sistem yang ada, (7) bagian atau aksesoris dari produk itu hilang, (8) produk cacat atau rusak ketika diterima, dan (9) produk menjadi cacat atau rusak setelah diterima dalam batas waktu maksimum 60 hari dari anggal penyerahan (atau 30 hari dari tanggal penyerahan untuk produk telepon selular dan personal computer). Selanjutnya, misalnya, pemilik proses pemesanan itu ingin menghitung DPO pada saat ini. Dari 500 pesanan yang diterima, diketahui bahwa terdapat 12 pesanan yang dikembalikan dan/atau dikeluhkan karena hal-

hal di atas. Di sini kita menghitung DPO = 12 / (500 X 9) = 12 / 4500 = 0,002667 atau DPMO = DPO X 1.000.000 = 0,0026667 X 1.000.000 = 2,667

4. *Defects per million opportunities* (DPMO). Ukuran kegagalan dalam peningkatan Kualitas *Six Sigma*, yang menunjukan kegagalan per sejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas *Six Simga Motorola* sebesar 3,4 DPMO seharusnya tidak diinterpretasikan sebagai 3,4 unit *output* yang cacat dari sejuta unit *output* yang diproduksi, tetapi diinterpretikan sebagai dalam satu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakteristik CTQ (C*ritical to Quality*) adalah hanya 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan (DPMO). Misalnya, bila pencucian sebuah karpet rumah tangga yang berukuran 1500-*square-foot* dilakukan oleh suatu proses berkemampuan 4-sigma yang memiliki target 6.210 DPMO, maka akan terdapat sekitar 9,3 *suare feet* dari area karpet itu yang tidak tercuci bersih (6210/1.000.000 X 1500 = 9,3). Selanjutya untuk karpet berukuran sama itu apabila pencuciannya dilakukan oleh suatu proses berkemampuan 6-sigma yang memiiki target 3,4 DPMO, maka hampir seluruh area 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 kegagaln hanya 3:4 / 1.000.000 X 1.500 = 0,005 *square-feet* yang tidak tercuci bersih (hampir mustahil menemukan kegagalan dalam proses pencucian karpet itu) pemahaman terhadap DPMO ini sanagat penting dalam pengukuran keberhasilan aplikasi program peningkatan kualitas *Six Sigma*

5. *Process Capability* (kapabilitas proses). Keampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan *output* sesuai dengan eksteasi dan kebutuhan pelanggan. *Process capability* merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspetasi pelanggan. Perlu dipahami bahwa indeks C_{pm} yang digunakan dalam buku ini mengacu pada CTQ (*Critical to Quality*) tunggal – atau item karakteristik kualitas individual. Indeks

C_{pm} mengukur kapabilitas potensial atau yang melekat dari suatu proses yang diasumsikan stabil, dan biasanya didefinisikan sebagai : $C_{pm=}$ = (USL –LSL) / $\sqrt{(\mu - T)^2 + \sigma\text{^}2}$. disini USL = *Upper Specification Limit* (batas spesifikasi atas), LSL = *Lower Spesification Limit* (batas spesifikasi bawa), dan T = nilai target (nilai terbaik untuk karakteristik kualias yang diharpkan pelanggan) dai produk. Ketiga niai USL, LSL, dan T ditentukan berdasrkan kebutuhan dan ekspetasi rasional dari pelanggan. Nilai μ (dibaca: mu) merupakan rata-rata (*mean*) proses aktual, dan σ^2 (baca: sigma-kuadrat) merupakan nilai varian (*variance*) dari proses yang merupakan ukuran variasi proses. *Process capability* hanya diukur untuk proses itu harus distabilkan terlebih dahulu. Dengan demikian nilai standar deviasi yang digunakan dalam pengukuran *Process Capability* (C_{pm}) harus berasal dari proses yang setabil, sehingga merupakan variasi yang melekat pada proses yang stabil itu *(common-causes variation.*

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

7. *Stable operation*. Jaminan konsistensi, proses-proses yang dapat diperkirakan dan dikendalikan guna meningkatkan apa yang pelanggan lihat dan rasakan – meningkatan ekspetasi dan kebutuhan pelanggan.

8. *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC). Merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju target *Six Sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematik, berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta *(systematic, scientific and fact based)*. Proses *closed-loop* ini (DMAIC) menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif, sering berfokus pada pengukuran-pengukuran baru, dan menerapkan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *Six Sigma.* DMAIC sering diucapkan sebagai: *"Duh May Ick".*

9. *Six Sigma*. Suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per se juta kesempatan (DPMO) untuk setiap transaksi produk (barang dan/atau jasa). Upaya giat menuju kesempuranan (*zero defect* - kegagalan nol)

2.2.2. Metrik dan Pengukuran *Six Sigma*

Metrik adalah cara untuk mengukur krakter tertentu yang dapat diferifikasi, dinyatakan baik secara *numeric* (misalnya persentasis kecacatan) ataupun secara kualitatif (tingkat kepuasan). Metrik menyediakan informasi mengenai kinerja dan memberi kesempatan kepada manajer untuk mengevaluasi kinerja dan membuat keputusan, berkomunikasi antara satu sama lain, mengidentifikasi kesempatan untuk mengadakan perbaikan, dan membuat standar kinerja untuk karyawan, pelanggan, pemasok dan pihak-pihak lain yang berkepentingan. Metrik sangat penting dalam penerapan *six sigma* karena memfalisitasi keputusan berdasarkan fakta.

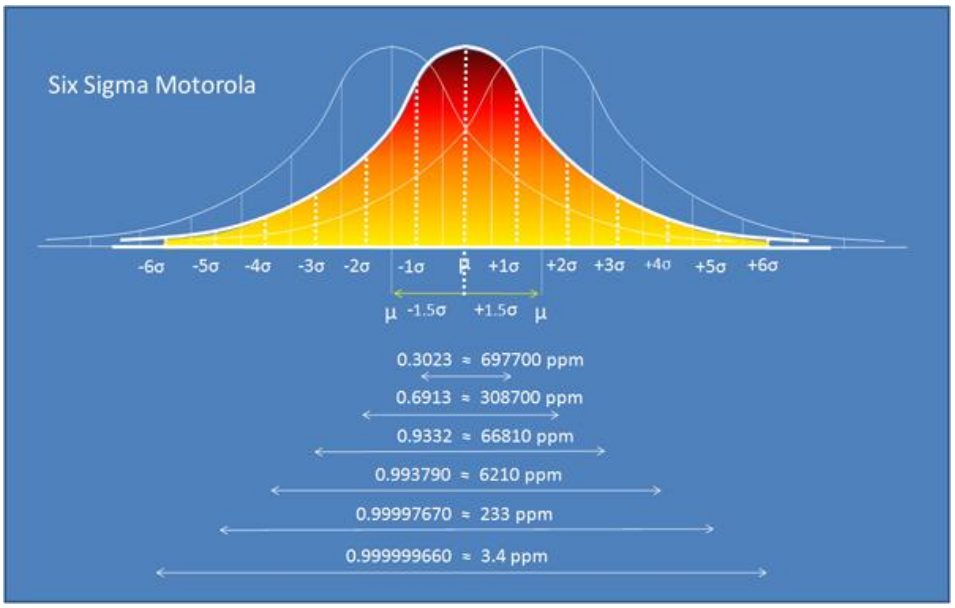
Six sigma dimulai dengan penekanan cara pengukuran kualitas yang berlaku secara umum. Dalam terminologi *six sigma*, sebuah cacat *(defects)* adalah kekeliruan atau kesalahan yang diterima pelanggan. Unit kerja adalah *output* suatu proses atau tahapan proses. Kualitas *output* diukur dalam tingkat kecacat per unit (*defect per unit* – DPU)

$$DPU = \frac{Jumlah\ cacat}{Unit\ produksi}$$

Six sigma mendefinisikan ulang pengertian kinerja kualitas sebagai tingkat kecacatan per juta kemungkinan. (*defects per million opportunities* – DPMO).

DPMO= [Banyak Produk Cacat/(Banyak Produk yang Diperiksa x CTQ Potensial)] x 1000.000

Jika rata-rata atau target dapat dijaga (pada gambar 2.2. area yang diarsir) maka kemungkinan terjadinya cacat di luar wilayah 6-sigma kedua arah ekor hanyalah satu per satu milyar kejadian. Jika pergeseran terjadi kedua arah, maka kemungkinan cacat pada tingkatan enam sigma paling banyak hanyalah 3,4 per satu juta kejadian, dan jika pergeseran terjadi pada target distribusi, maka jumlah cacat hanyalah dua per satu milyar.



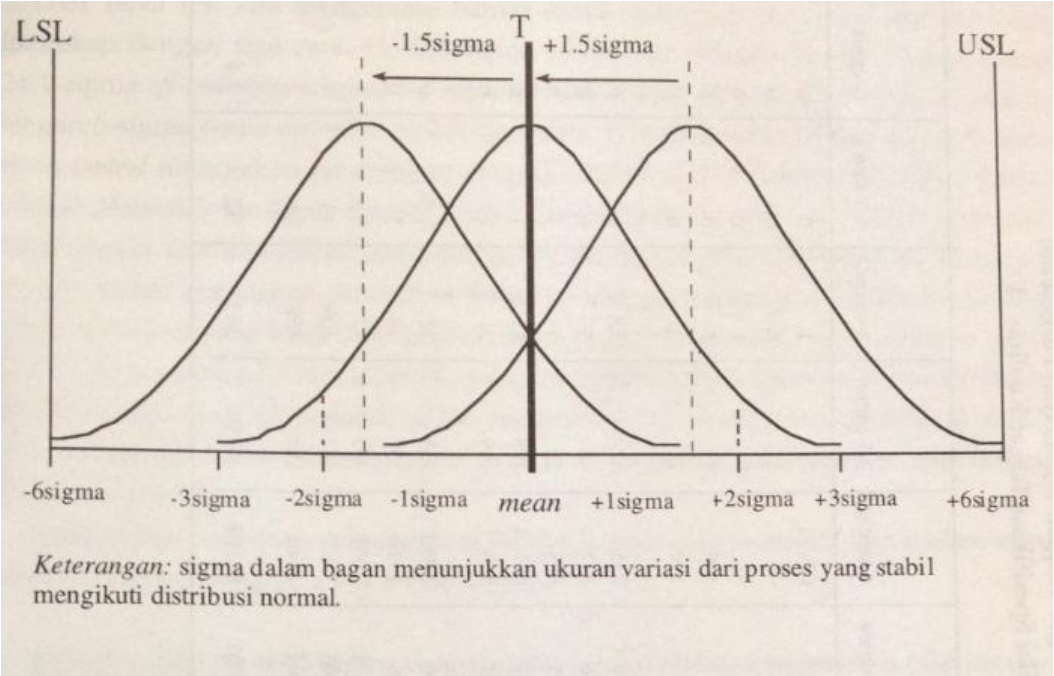
Gambar 2.1. *Six Sigma Motorola*

Menurut Vincent Gasperz (2002) apabila konsep *Six Sigma* akan diterapkan dalam bidang *manufacturing*, perhatikan enam aspek berikut: (1) identifikasi karakteristik produk yang akan memuaskan pelannga anda (sesuai dengan kebutuhan ekspetasi pelanggan), (2) mengklasifikasikan semua karakteristik kualitas itu sebagai CTQ *(Critical to Quality)* individual, (3) menentukan apakah setiap CTQ itu dapat dikendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses-proses kerja, dll., (4) menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang diinginkan pelanggan (menentukan nila USL dan LSL dari setiap CTQ), (5) menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ, dan (6) mengubah desain produk dan/atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *Six Sigma*, yang berarti memiliki indeks kemampuan proses, C_{pm} minimum sama dengan dua (C_{pm}

>=2). Selantujnya efektivitas dari upaya peningkatan proses dan keberhasilan dari aplikasi program *Six Sigma* dapat diukur melalui nilai C_{pm} yang terus meningkat.

Pendekatan pengendalian proses *Six Sigma Motorola* mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata *(mean)* setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar ± 1,5-sigma (baca: plus/minus 1,5-sigma), sehingga akan menghasilkan 3,4 DPMO *(defects per million opportunities).* Dengan demikian berdasarkan konsep *Six Sigma Motorola,* berlaku toleransi penyimpangan: *(mean* – Target) = (μ - T) = ± 1,5σ atau μ = T ± 1,5σ. Di sini μ (baca: mu) merupakan nilai rata-rata *(mean)* dari proses, sedangkan σ (baca: sigma) merupakn ukuran variasi proses.

Proses six sigma dengan distribusi normal yang menginzinkan nilai rata-rata *(mean)* proses bergeser 1,5-sigma dari nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan, ditunjukkan dalam gambar 2.2.



Gambar 2.2. Konsep *Six Sigma Motorola* dengan Distribusi Normal Bergeser 1,5-Sigma.

Konsep *Six Sigma Motorola* dengan pergeseran nilai rata-rata *(mean)* dari proses yang diizinkan sebesar 1,5 sigma (1,5 x standar deviasi maksimum) adalah berbeda dari konsep *Six Sigma* dalam distribusi normal yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata *(mean)* dari proses. Perbedaan ini ditunjukkan dalam tabel 2.2.

Tabel 2.2. Perbedaan *True 6-Sigma* dengan *Motorola 6-Sigma.*

True 6-Sigma Process (Normal Distribution Centered)			*Motorola 6-Sigma*		
Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Persentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/cacat per sejuta kesempatan)	Batas Spesfikasi (LSL-USL)	Persentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/cacat per sejuta kesempatan)
± 1-sigma	68,27%	313.300	± 1-sigma	30,8538%	691.462
± 2-sigma	95,45%	45.000	± 2-sigma	69,1463%	308.538
± 3-sigma	99,73%	2.700	± 3-sigma	93,3193%	66.807
± 4-sigma	99,9937%	63	± 4-sigma	99,3790%	6.210
± 5-sigma	99,999943%	0,57	± 5-sigma	99,9767%	233
± 6-sigma	99,9999998%	0,002	± 6-sigma	99,99966%	3,4

Nilai-nilai DPMO dan pergeseran berbagai nilai rata-rata dari proses pada berbagai tingkat sigma ditunjukkan dalam tabel 2.3. Nilai-nilai ini secara lengkap ditunjukkan dalam lampiran “Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola.

Tabel 2.3. Nilai-nilai DPMO dari Pencapaian Berbagai Tingkat Sigma dan Pergeseran Nilai Rata-Rata *(Mean)* Proses Industri dari Nilai Spesifikasi Target Kualitas (T).

Off-Centering Quality level (± s)	1-sigma	1,5-sigma	2-sigma	2,5-sigma	3-sigma	3,5-sigma	4-sigma	4,5-sigma	5-sigma	5,5-sigma	6-sigma
0,00-sigma	317.311	133.614	45.500	12.419	2.700	465	63	7	1	0	0
0,10-sigma	184.060	80.757	28.716	8.198	1.866	337	48	5	0	0	0
0,20-sigma	211.855	96.801	35.930	10.724	255	483	72	9	1	0	0
0,30-sigma	241.964	115.070	44.565	13.903	3.467	687	108	13	1	0	0
0,40-sigma	274.253	135.666	54.799	17.864	4.661	968	159	21	2	0	0
0,50-sigma	308.538	158.655	66.807	22.750	6.210	1.350	233	32	3	0	0
0,60-sigma	344.578	184.060	80.757	28.716	8.198	1.866	337	48	5	0	0
0,70-sigma	382.089	211.855	96.801	35.930	10.724	2.555	483	72	9	1	0
0,80-sigma	420.740	241.964	115.070	44.565	13.903	3.467	687	108	13	1	0
0,90-sigma	460.172	274.253	135.666	54.799	17.864	4.661	968	159	21	2	0
1,00-sigma	500.000	308.538	158.655	66.807	22.750	6.210	1.350	233	32	3	0
1,10-sigma	539.828	344.578	184.060	80.757	28.716	8.198	8.198	337	48	5	0
1,20-sigma	579.260	382.089	211.855	96.801	35.930	10.724	10.724	483	72	9	1
1,30-sigma	617.911	420.740	241.964	115.070	44.565	13.903	13.903	687	108	13	1
1,40-sigma	655.422	460.172	274.253	135.666	54.799	17.864	17.864	968	159	21	2
1,50-sigma	691.462	500.000	308.538	158.655	66.807	22.750	22.750	1.350	233	32	3,4

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh Vincent Gasperz (2002)

2.2.3. Metodologi *Six Sigma (Define- Measure-Analyze-Improve-Control)*

Metodologi *Six Sigma* sangat penting untuk menangani kasus pada perusahaan yang ingin mengetahui kualitas pada produknya. Tabel berikut ini adalah cara implementasi pada proses six sigma DMAIC.

Tabel 2.4. Langkah-Langkah Implementasi DMAIC

Aplikasi DMAIC	Metode	Deskripsi
Define	*Flowchart*	Identifikasi Masalah
Measure	Proses Analisis Kapabilitas	Identifikasi Kapabiitas Proses
Analyze	Analisis Diagram Pareto	Identifikasi Cacat Dominan
	Analisis Diagram Sebab-Akibat	Identifikasi Penyebab Cacat Dominan
Improve	5W-1H	Rencana Tindakan
Control	*Poka-Yoke (Mistake-Proofing)*	Rencana Pencegahan

Sumber: Total Quality Management and Six Sigma Edited by Tauseef Aized, The management and Control of Quality Seventh Edition Evans/Lindsay

2.2.3.1. *Define* (D)

Menurut Vincent Gasperz (2002), *Define* (D) merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma* . pada tahap ini perlu mendifinisikan beberapa hal yang terkait dengan: (1) kriteria pemilihan proyek *Six Sigma* , (2) peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek *Six Sigma*, (3) kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlibat dalam proyek *Six Sigma*, (4) proses-proses kunci dalam proyek *Six Sigma* beserta pelanggannya, dan (5) kebutuhan spesifikasi dari pelanggan, dan (6) pernyataan tujuan *Six Sigma.*

Flowchart sebagai metode merupakan diagram alir atau peta proses untuk mengidentifikasi urutan kegiatan atau aliran bahan dan informasi dalam suatu proses. *Flowchart* membantu orang-orang yang terlibat dalam proses memahaminya jauh lebih baik dan lebih obyektif dengan memberikan gambar tentang langkah yang diperlukan untuk menyelesaikan tugas. *Flowchart* berguna untuk lebih jelas mendefinisikan *Six Sigma* atau proyek perbaikan proses, yang

pertama harus memahami proses yang menciptakan *output* dan pelanggan internal atau pelanggan eksternal yang menerima. Pemahaman ini menetapkan dasar untuk mengidentifikasi masalah *Critical to Quality* (CTQ), memilih pengukuran, dan mengidentifikasi akar penyebab masalah, mengidentifikasi hal yang tidak berguna, dan mengurangi variasi. *Flowchart* yang terbaik yang dikembangkan dengan memiliki orang-orang yang terlibat dalam proses, yaitu: karyawan, supervisor, manajer, dan pelanggan atau *(customer)*.

2.2.3.2. *Measure* (M)

Menurut Vincent Gasperz (2002), *Measure* (M) merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tahap ini menggunakan metode proses analisis kapabilitas. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *Measure* (M), yaitu: (1) memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan, (2) mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output*, dan/atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja *(performance baseline)* pada awal proyek *Six Sigma*.

2.2.3.3. *Analyze* (A)

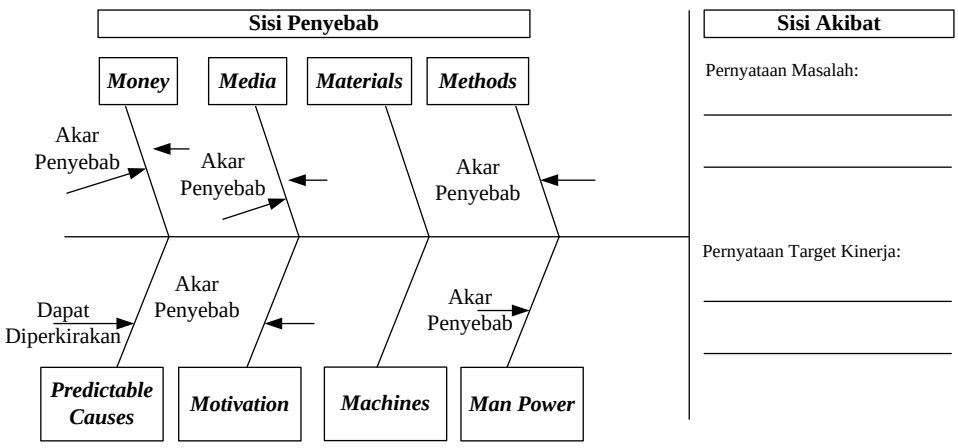
Menurut Vincent Gasperz (2002), *Analyze* (A) merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. pada tahap ini perlu melakukan beberapa hal berikut: (1) menentukan stabilitas *(stability)* dan kapabilitas/kemampuan *(capability)* dari proses, (2) menetapkan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek *Six Sigma*, (3) mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan, (4) mengkonversikan banyak kegagalan ke dalam biaya kegagalan kualitas *(cost of poor quality)*, serta menetapkan cacat dominan dan peyebab terjadinya cacat dominan.

2.2.3.3.1. Diagram Pareto

Distribusi pareto (Evans & Lindsay) adalah salah satu pengamatan karakteristik yang dimulai dari frekuensi terbesar ke terkecil. Diagram pareto adalah histogram dari data dari frekuensi terbesar ke terkecil. Joseph Juran mempopulerkan prinsip pareto pada tahun 1950 setelah mengamati bahwa proporsi yang tinggi dalam masalah hasil kualitas hanya beberapa penyebab. Joseph memberi nama pada teknik ini setelah Vilfredo Pareto (1848-1923), seorang ahli ekonomi Italia yang menetapkan bahwa 85% dari kekayaan di Milan hanya dimiliki oleh orang sebanyak 15%. Misalnya, dalam menganalisis biaya di pabrik kertas, Juran menemukan bahwa 61% dari total biaya kualitas yang disebabkan oleh satu kategori "rusak," yang merupakan terminologi pabrik kertas sehingga cacat dikembalikan untuk pengolahan ulang. Dalam analisis 200 jenis kegagalan bidang mesin otomatis, hanya lima perhitungan dari sepertiga semua kegagalan. Di pabrik tekstil, tiga dari lima belas penenun ditemukan untuk memperhitungkan 74 persen dari kain cacat diproduksi. Analisis pareto jelas memisahkan banyak hal penting dari memberikan arah untuk hal sepele dalam memilih proyek untuk perbaikan.

2.2.3.3.2. *Cause-Effect Diagram*

Menurut Vincent Gasperz (2002), *Causes-Effect Diagram* merupakan alat untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah kualitas. *Causes-Effect Diagram* ditunjukan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. *Causes-Effect Diagram*

Berikut adalah beberapa istilah yang perlu diketahui pada *Causes-Effect Diagram* di antara lain:

1. *Manpower* (tenaga kerja): berkaitan dengan kekurangan dalam pengetahuan terlatih, tidak berpengalaman), kekurangan, stress, ketidakpedulian, dll.
2. *Machines* (mesin-mesin) dan peralatan: berkaitan dengan tidak ada sistem perawatan preventif terhadap mesin-mesin produksi, termasuk fasilitas dan peralatan lain, tiak sesuai dengan spesifikasi tugas, tidak dikalibrasi terlalu rumit, terlalu panas, dll.
3. *Methods* (metode kerja): berkaitan dengan tidak ada prosedur kerja yang benar, tidak jelas, tidak diketahui, tidak terstandardisasi, tidak cocok, dll.
4. *Materials* (bahan baku dan bahan penolong): berkaitan dengan ketiadaan spesifikasi kualitas dari bahan baku dan bahan penolong yang digunakan, ketidaksesuaian dengan spesifikasi kualitas bahan baku dan bahan penolong yang ditetapkan, ketiadaan penanganan yang efektif terhadap bahan baku dan bahan penolong itu, dll.
5. *Media:* berkaitan dengan tempat dan waktu kerja yang tidak memperhatikan aspek-aspek kebersihan, kesehatan dan keselamatan kerja, dan lingkungan kerja yang kondusif, kekurangan dalam lampu penerangan, ventilasi yang buruk, kebisingan yang berlebihan, dll.
6. *Motivation:* berkaitan dengan ketiadaan sikap kerja yang benar dan profesional (tidak kreatif, bersikap reaktif, tidak mampu bekerja sama dalam tim, dll.), yang dalam hal ini disebabkan oleh sistem balas jasa dan penghargaan yang tidak adil kepada tenaga kerja.
7. *Money* (keuangan): berkaitan dengan dukungan finansial (keuangan) yang mantap guna memperlancar proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* yang akan diterapkan.

2.2.3.4. *Improve* (I)

Menurut Vincent Gasperz (2002), *Improve* (I) pada dasarnya rencana-rencana tindakan *(action plans)* akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioriotas dan/atau 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 tahap ini. Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma,* yang berarti bahwa dalam tahap ini harus memutuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang ditetapkan), alasan kegunaan (mengapa) rencana tindakan itu harus dilakukan, dimana rencana tindakan itu akan diterapkan atau dilakukan, bilamana rencana tindakan itu dilakukan, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu serta manfaat positif yang diterima dari implementasi rencana tindakan itu. Analisis menggunakan metode 5W-1H dapat dilakukan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini.

5W-1H adalah: *what* (apa), *why* (mengapa), *where* (dimana), *when* (bilamana), *who* (siapa), *how* (bagaimana. Berdasarkan hal di atas maka peneliti dapat menyusun langkah-langkah solusi masalah yang efektif, yaitu:

1. Mendefinisikan masalah secara tertulis, yang berkaitan dengan pertanyaan-pertanyaan berikut :

   Apa *(What)* : Apa yang menjadi Akibat Utama *(Primary Effect)* dari masalah itu?

   Bilamana *(When)*: kapan terjadi masalah itu, sewaktu-waktu atau sepanjang waktu?

   Di mna *(where)*: Di mana masalah itu terjadi, lokasi dalam sistem, fasilitas, atau komponen?

   Mengapa *(Why)*: Mengapa Anda serius memperhatikan masalah ini, berkaitan dengan signifikansi dampak dari masalah itu?

2. Membangun diagram sebab-akibat yang dimodifikasi (Gambar 2.3) untuk mengidentifikasi: (a) akar penyebab dari masalah itu, dan (b) penyebab-penyebab yang tidak dapat dikendalikan, namun dapat diperkirakan.
3. Setiap akar penyebab dari masalah dimasukkan kedalam diagram sebab-akibat yang mengkategorikan berdasarkan prinsip 7M *(Manpower, Machines, Methods, Materials, Motivation, Media, Money),* sedangkan penyebab-penyebab yang tidak dapat dikendalikan namun dapat diperkirakan, didaftarkan pada diagram sebab-akibat itu secara tersendiri (lihat Gambar 2.3).
4. Mengidentifikasi tindakan atau solusi yang efektif melalui memperhatikan dan mempertimbangkan: (a) pencegahan terulang atau muncul kembali penyebab-penyebab itu, (b) tindakan yang diambil harus berada di bawah pengendalian kita, dan (c) memenuhi tujuan dan target yang diterapkan.
5. Menerapkan atau melakukan implementasi terhadap solusi atau tindakan-tindakan yang diajukan itu. Setiap tindakan perbaikan seyogianya didaftarkan ke dalam rencana tindakan *(actions plans)* yang memuat secara jelas setiap tindakan perbaikan atau peningkatan mengikuti prinsip 5W-1H.

Pengembangan rencana tindakan perbaikan/peningkatan kualitas *Six Sigma* dapat menggunakan metode 5W-1H. Contoh penggunaan petunjuk penggunaan metode 5W-1H untuk pengembangan rencana tindakan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.5. Penggunaan Metode 5W-1H untuk pengembangan Rencana Tindakan.

Jenis	**5W-1H**	**Deskripsi**	**Tindakan**
Tujuan Utama	*What* (Apa)?	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan/peningkatan kualitas?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan
Alasan Kegunaan	*Why* (Mengapa)?	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan? Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan	
Lokasi	*Where* (Di mana)?	Di mana rencana tindakan itu akan dilaksanakan? Apakah aktivitas itu harus dikerjakan di sana?	mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilaksanakan bersama
Sekuens (urutan)	*When* (Bilamana)?	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian?	
Orang	*Who* (Siapa)?	Siapa yang akan mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah ada orang lain yang dapat mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Mengepa harus orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	
Metode	*How* (Bagaimana)?	bagaimana mengerjakan ktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang digunakan sekarang, merupakan metode terbaik? Apakah ada cara lain yang lebih mudah?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada

2.2.3.5 *Control*

Menurut Vincent Gasperz (2002), *Control* (C) merupakan tahap operasional terakhir proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Tahap ini memberikan memberikan pencegahan kesalahan pada proses produksi. Pelaksanaan metode *Poka Yoke* (Evans & Lindsay) dilakukan dengan melihat pada analisis diagram sebab akibat sebagai acuan. Langkah sederhana dalam pembuatan *Poka Yoke:* (1) identifikasi kemungkinan salah yang masih dapat muncul dalam tindakan pencegahan, (2) tentukan sebuah cara untuk mendeteksi sebuah kesalahan atau kegagalan yang ada atau yang akan muncul. (3) Identifikasi dan tentukan tindakan spesifik yang dilakukan pada saat terdeteksi. 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-Control).* Melalui cara ini, maka akan terjadi peningkatan integrasi, institusionalisasi, pembelajaran, dan *sharing* atau transfer pengetahuan-pengetahuan baru dalam organisasi *Six Sigma itu.*

2.2.3.5 *Poka-Yoke (Mistake-Proofing)*

Menuru Evans dan Lindsay (2008), *Poka-Yoke* (*POH-kah YOH-kay*) adalah sebuah pendekatan untuk proses kesalahan-pemeriksaan menggunakan perangkat otomatis atau metode untuk menghindari kesalahan sederhana manusia. Manusia cenderung melakukan kesalahan secara tidak sengaja. Tipe kesalahan dalam produksi adalah hilangnya proses, kesalahan proses, kesalahan *set-up*, bagian yang hilang, komponen salah, dan kesalahan penyesuaian. Kesalahan tersebut dapat muncul dari faktor-faktor berikut:

- Lupa karena kurangnya konsentrasi
- Kesalahpahaman karena kurangnya keakraban dengan proses atau prosedur
- Kurangnya identifikasi terkait dengan kurangnya perhatian yang tepat
- Kurangnya pengalaman
- Sering lupa (pelupa)
- Penundaan dalam penilaian saat proses otomatis
- Peralatan

Menyalahkan pekerja tidak hanya mengecilkan moral mereka, tetapi juga tidak memecahkan masalah. Konsep *Poka-Yoke* dikembangkan dan disempurnakan di awal 1960-an oleh almarhum Shingho Shigeo, seorang insinyur manufaktur Jepang yang mengembangkan *Toyota Production System*. *Poka-Yoke* difokuskan pada dua aspek, yaitu: (1) prediksi, atau mengakui bahwa cacat akan segera terjadi dan memberikan peringatan, dan (2) deteksi, atau mengakui bahwa cacat telah terjadi dan menghentikan proses. *Poka-Yoke* memiliki tiga tingkat dengan meningkatnya biaya yang berkaitan dengan hal tersebut:

1. Merancang potensi kesalahan keluar produk atau proses. jelas, pendekatan ini adalah bentuk paling kuat dari kesalahan-pemeriksaan dikarenakan dengan menghilangkan setiap kemungkinan bahwa kesalahan atau cacat mungkin terjadi dan tidak memiliki biaya langsung dalam hal waktu atau *rework* dan bahan sisa.

2. Mengidentifikasi cacat potensial dan menghentikan proses sebelum cacat diproduksi. Meskipun pendekatan ini menghilangkan biaya yang berkaitan dengan produksi cacat, itu membutuhkan waktu yang terkait dengan menghentikan proses dan mengambil tindakan korektif.

3. Menemukan cacat yang masuk. Pendekatan ini menghilangkan sumber pemborosan *(waste)* yang akan menambah nilai pekerjaan yang tidak sesuai, tapi jelas menghasilkan sisa bahan *rework*.