

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Kualitas

Terdapat beberapa definisi kualitas, dari beberapa definisi kualitas yang ada tersebut terdapat beberapa hal yang memiliki kesamaan yaitu sebagai berikut :

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

Berdasarkan beberapa hal tersebut, Goetsch dan Davis (1994) membuat definisi mengenai kualitas yang lebih luas cangkupannya. Definisi tersebut adalah “ Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan.

Menurut Sunyoto (2012) menyatakan bahwa kualitas merupakan suatu ukuran untuk menilai bahwa suatu barang atau jasa telah mempunyai nilai guna seperti yang dikehendaki atau dengan kata lain suatu barang atau jasa dianggap telah memiliki kualitas apabila berfungsi atau mempunyai guna seperti yang diinginkan.

Dari beberapa definisi tersebut dapat disimpulkan bahwa kualitas adalah unsur yang saling berhubungan mengenai mutu yang dapat mempengaruhi kinerja dalam memenuhi harapan pelanggan.

Pendekatan yang digunakan oleh Goetsch dan Davis ini menegaskan bahwa kualitas bukan menyangkut hasil akhir, yaitu produk dan jasa tetapi juga menyangkut kualitas manusia dan kualitas lingkungan. Sangatlah mustahil menghasilkan produk dan jasa yang berkualitas tanpa melalui manusia dan proses yang berkualitas (Muwafik, 2009).

2.1.1 Prespektif Kualitas

Menurut Garvin (1984) yang dikutip oleh Tjiptono (2012:143), setidaknya ada lima prespektif kualitas yang berkembang saat ini, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. *Trancendental Approach*

Pada prespektif ini, Kualitas dalam pendekatan ini dapat dirasakan atau diketahui tetapi sulit untuk didefinisikan produk-produknya, dengan demikian fungsi perencanaan, produksi, dan layanan suatu perusahaan sulit menggunakan definisi seperti ini sebagai dasar manajemen kualitas.

2. *Product-Based Approach*

Pendekatan ini menganggap kualitas sebagai karakteristik atau atribut yang dapat di kualifikasikan dan dapat diukur. Perbedaan dalam kualitas mencerminkan perbedaan dalam jumlah beberapa unsur atau atribut yang dimiliki produk. Karena pandangan ini sangat objektif, maka tidak dapat menjelaskan dalam selera, kebutuhan dan preferensi individual.

3. *User-Based Approach*

Dalam prespektif ini, pendekatan berdasarkan kepada pemikiran bahwa kualitas tergantung kepada orang yang memandangnya, dan produk yang paling memuaskan preferensi seseorang merupakan produk yang berkualitas tinggi. Prespektif yang subjektif dan demand oriented ini juga menyatakan bahwa pelanggan yang berbeda memiliki keinginan dan kebutuhan yang berbeda pula, sehingga kualitas bagi seseorang adalah sama dengan kepuasan maksimal yang dirasakan.

4. *Manufacturing-Based Approach*

Prespektif ini bersifat *supply-based* dan terutama memperhatikan praktik-praktik perekayasaan dan pemanufakturan, serta mendefinisikan kualitas sama dengan persyaratannya (*conformance to requirements*). Dalam sector jasa, dapat dikatakan bahwa kualitas bersifat *operations-driven*. Pendekatan ini berfokus kepada penyesuaian spesifikasi yang dikembangkan secara internal, yang sering kali didorong oleh tujuan peningkatan produktivitas dan

penekanan biaya. Jadi yang menentukan kualitas adalah standar-standar yang ditetapkan oleh perusahaan, bukan konsumen yang menggunakan.

5. *Value-Based Approach*

Pendekatan ini memandang kualitas dari segi nilai dan harga. Dengan memperhatikan *trade-off* antara kinerja dan harga, kualitas didefinisikan sebagai “*affordable excellence*”. Yakni tingkat kinerja “terbaik” atau sepadan dengan harga yang dibayarkan. Kualitas dalam prespektif ini bersifat relatif sehingga produk yang memiliki kualitas paling bernilai adalah barang atau jasa yang paling tepat dibeli (*best-buy*).

2.1.2 Dimensi Kualitas

Berdasarkan prespektif kualitas, Yamit (2012) mengembangkan dimensi kualitas ke dalam delapan dimensi yang dapat digunakan sebagai dasar perencanaan strategis terutama bagi perusahaan atau manufaktur yang menghasilkan barang. Kedelapan dimensi tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Performance* (kinerja)

Adalah karakteristik dari produk inti.

2. *Features*

Adalah karakteristik pelengkap atau tambahan.

3. *Reliability* (kehandalan)

Adalah kemungkinan tingkat kegagalan pemakaian.

4. *Conformance* (kesesuaian)

Yaitu sejauh mana karakteristik desain dan operasi produk memenuhi standar-standar yang telah ditentukan sebelumnya.

5. *Durability* (daya tahan)

Yaitu mengukur berapa lama suatu umur teknis maupun umur ekonomis suatu produk.

6. *Serviceability* (pelayanan)

Yaitu mudah untuk diperbaiki, yang meliputi kecepatan, kompetensi, kenyamanan, kemudahan dalam pemeliharaan dan penanganan keluhan yang memuaskan.

7. *Aesthetics* (estetika)

Yaitu menyangkut corak, rasa dan daya tarik produk.

8. *Prevised Quality*

Yaitu menyangkut citra atau reputasi produk serta tanggung jawab perusahaan terhadap produk.

2.1.3 Manfaat Kualitas

Menurut Edwards dan dalam buku Tjiptono dan Chandra (2011) produktivitas biasanya selalu dikaitkan dengan kualitas dan profitabilitas. Meskipun demikian ketiga konsep tersebut memiliki penekanan yang berbeda-beda.

1. Produktivitas menekankan pemanfaatan (utilisasi) sumber daya, yang seringkali diikuti dengan penekanan biaya dan rasionalisasi modal. Fokus utamanya terletak pada produksi/ operasi.
2. Kualitas lebih menekankan aspek kepuasan pelanggan dan pendapatan. Fokus utamanya adalah *customer utility*.
3. Profitabilitas merupakan hasil dari hubungan antara penghasil (*income*), biaya, dan modal yang digunakan.

2.1.4 Pengendalian Kualitas

Dr. Juran (1962) mendukung pendelegasian pengendalian kualitas kepada tingkat paling bawah dalam organisasi melalui penempatan karyawan kedalam swakendali (*self-control*). Pengendalian kualitas melibatkan beberapa aktivitas yaitu :

1. Mengevaluasi kerja aktual (*actual performance*).
2. Membandingkan aktual dengan target / sasaran.
3. Mengambil tindakan atas perbedaan antara aktual dan target.

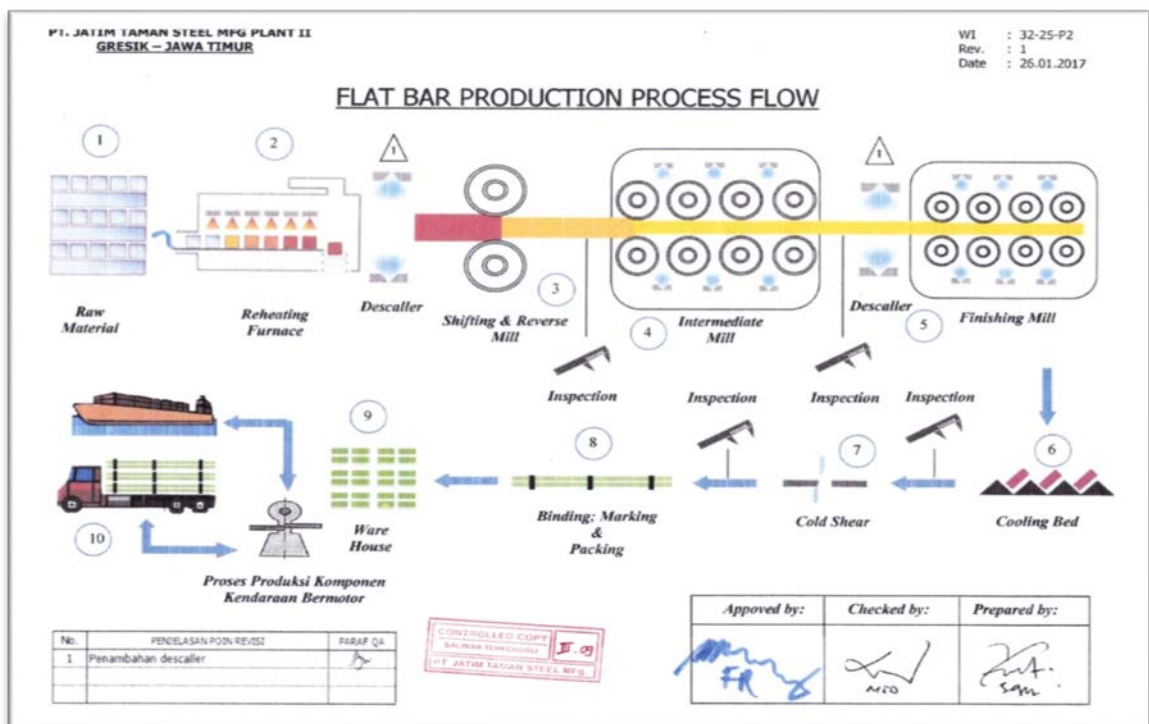
Pada dasarnya kualitas dapat ditentukan dan diukur berdasarkan karakteristik kualitas yang terdiri dari beberapa sifat atau dimensi yaitu :

1. Fisik seperti panjang, berat, diameter, tegangan, kekentalan.
2. Sensoris (berkaitan dengan panca indera) seperti rasa, penampilan, warna dan bentuk.

3. Orientasi waktu seperti kehandalan, kemampuan pelayanan, kemudahan pemeliharaan, ketepatan waktu penyerahan produk.
4. Orientasi biaya seperti berkaitan dengan dimensi biaya yang menggambarkan harga atau onkos dari suatu produk yang harus dibayarkan oleh konsumen.

Pada dasarnya suatu pengukuran performansi kualitas dapat dilakukan pada tiga tingkat yaitu tingkat proses, tingkat output dan tingkat outcome. Bagaimanapun pengukuran performansi kualitas yang akan dilakukan seharusnya mempertimbangkan setiap aspek dari proses operasional yang mempengaruhi persepsi pelanggan tentang nilai kualitas.

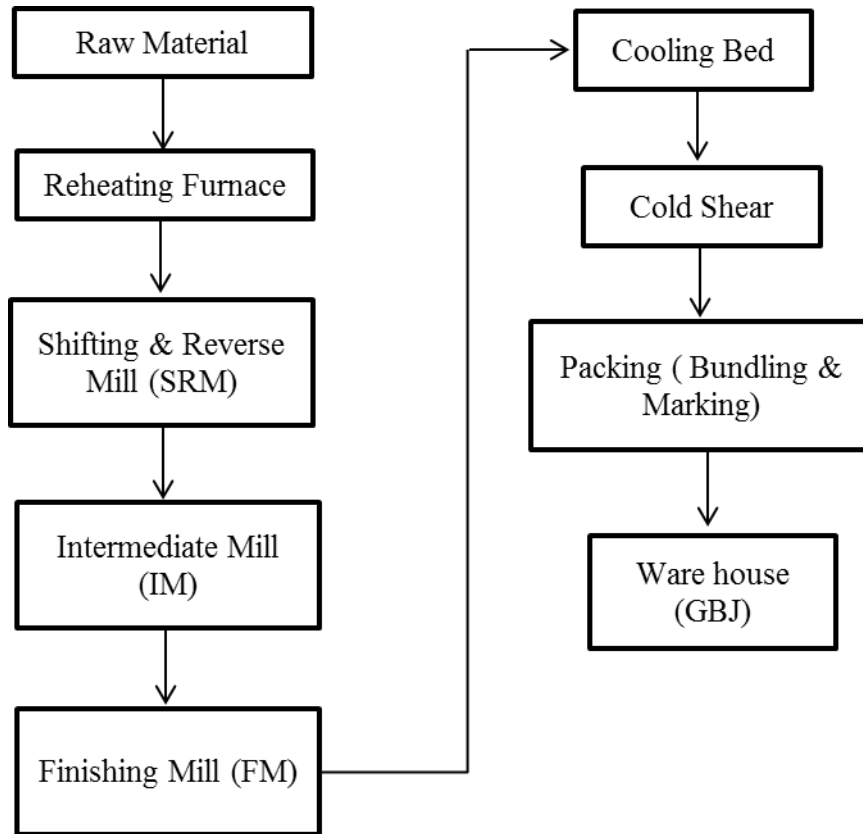
2.2 Proses Produksi Flatbar



Gambar 2.1 Proses Produksi PT. Jatim Taman Steel Plant II

Proses produksi diawali dengan bahan baku berupa billet (baja batangan) berukuran *square* 130x130mm dan 160x160 mm dengan panjang 4000 & 6000 meter (panjang billet sesuai dengan ukuran *flatbar* yang dihasilkan) dimasukkan kedalam furnace atau dinamakan billet *charging* yang memiliki kapasitas 62 pcs

billet untuk setiap satu kali proses produksi. Didalam furnace dilakukan proses heating billet dengan temperatur $950^{\circ}\text{C} - 1.050^{\circ}\text{C}$ selama ± 90 menit. Setelah dipanaskan didalam furnace billet dikeluarkan satu persatu dari furnace atau disebut dengan billet *discharging* untuk kemudian dilakukan proses rolling.



Gambar 2.2 Flowchart Proses Produksi

Tahap awal setelah keluar dari furnace, billet akan diproses pada *Shifting Reverse Mill* (SRM) yang memiliki 1 Stand dengan masing-masing Stand memiliki 2 Roll dan 7 Pass . Sebelum masuk ke proses tersebut billet akan melewati descaller (air yang memiliki tekanan) terlebih dahulu yang berfungsi untuk merontokkan *scale* atau sisa pemanasan didalam furnace. Di dalam *Shifting Reverse Mill* terdapat 1 set roll pass dan caliper yang akan melakukan proses penekanan atau pembentukan dimensi pada billet, dimana hal tersebut akan mengakibatkan perubahan dimensi square awal billet dari 130x130mm atau 160x160mm akan memipih sesuai dengan *setting* ukuran *flatbar* yang dibutuhkan dan panjangnya pun akan bertambah. Pada proses ini juga terdapat inspeksi secara visual terlebih dahulu sebelum ketahap selanjutnya.

Tahap kedua *flatbar* akan memasuki mesin *Intermediate Mill* (IM) yang terdiri 5 Stand dengan masing-masing Stand memiliki 2 Roll, kemudian billet akan memasuki *Finishing Mill* (FM) yang terdiri 4 Stand dengan masing-masing Stand memiliki 2 Roll. Didalam mesin tersebut *flatbar* akan mengalami proses penekanan kembali sehingga menghasilkan ukuran yang benar-benar sempurna atau bisa disebut dengan pembentukkan dimensi akhir. Diantara kedua mesin tersebut *flatbar* akan melewati descaler lagi.

Ditahap ketiga *flatbar* akan menuju ke *cooling bed* , dimana pada tahap ini akan dilakukan pemotongan panjang *flatbar* sesuai dengan standar yang ada dengan mesin *cold shear*. Pada tahap ini akan dilakukan *final inspection* oleh *quality transfer*.

Pada tahap *final inspection* yang dilakukan oleh *quality transfer* akan melakukan justifikasi status produk dan kemudian ditempatkan di gudang WIP (*Work in Process*) untuk dilakukan proses ulang atau *rework* apabila terjadi penyimpangan kualitas produk yang dihasilkan. Satu pcs billet akan menghasilkan satu bundle *flatbar*. Proses bundling *flatbar* (identitas *flatbar*) dilakukan secara otomatis. Status produk yang dihasilkan ada tiga status produk yaitu produk *defect* cacat adalah produk *Scratch*, *Wave* adalah produk bergelombang , dan produk NG (*Not Good*).

Defect cacat adalah produk *Scratch*, dimana pada produk *flatbar* terdapat garis-garis, hal tersebut membuat permukaan dari *flatbar* menjadi tidak rata dan dapat berakibat pada keretakan pada proses pembentukan *spring*. Sedangkan produk *Wave* adalah produk *flatbar* yang bergelombang atau bengkok dimana yang seharusnya adalah *flatbar* yang dihasilkan adalah lurus tanpa gelombang. Dan yang terakhir adalah produk NG atau *flatbar Not Good* dimana produk *flatbar* tersebut secara spesifikasi dimensi, bentuk produk dan kenampakan permukaan *flatbar* sudah tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan.

2.3 Six Sigma

Six sigma adalah suatu besaran (*metric*) yang dapat kita terjemahkan sebagai suatu proses pengukuran dengan menggunakan *tools-tools statistic* dan teknik untuk mengurangi cacat hingga tidak lebih dari 3,4 DPMO (*Defect per Million Opportunities*) atau 99,99966 persen difokuskan untuk mencapai kepuasan

pelanggan. Tiga bidang utama yang menjadi target dalam six sigma adalah meningkatkan kepuasan pelanggan, mengurangi waktu siklus, mengurangi *defect* (cacat). Peningkatan dalam bidang-bidang ini akan menghasilkan penghematan biaya, peluang untuk mempertahankan pelanggan, masuk pasar baru, membangun reputasi bagi produk dan layanan dengan performa atau kinerja tinggi (Pande dan Holpp, 2003).

Dalam definisi lain, Six Sigma merupakan suatu proses disiplin ilmu yang membantu kita dalam mengembangkan dan menghantarkan produk mendekati sempurna. Six Sigma bukan semata-mata merupakan inisiatif kualitas tetapi merupakan inisiatif bisnis untuk mendapatkan dan menghilangkan penyebab kesalahan atau cacat pada output proses bisnis yang penting di mata pelanggan.

Manfaat dari Six Sigma itu sendiri adalah sebagai berikut :

1. Pengurangan biaya
2. Peningkatan produktivitas
3. Pertumbuhan pangsa pasar
4. Retensi pelanggan
5. Pengurangan waktu siklus
6. Pengurangan *Defect* (cacat)
7. Pengembangan produk atau jasa

2.3.1 Konsep Six Sigma Motorola

Gaspersz (2002) menulis buku yang berjudul Pedoman Implementasi Program Six Sigma mengatakan bahwa pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai sebagaimana yang mereka harapkan. Apabila produk (barang / jasa) diproses pada tingkat kualitas Six Sigma, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. Dengan demikian Six Sigma dapat dijadikan ukuran target kinerja sistem industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok (industri) dan pelanggan (pasar). Semakin tinggi target sigma yang dicapai, kinerja sistem industri akan semakin baik. Sehingga 6-sigma otomatis lebih baik dari pada 4-sigma, 4-sigma lebih baik dari 3-sigma. Six Sigma juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses

industri yang berfokus pada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses (*process capability*)

Terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep Six Sigma, yaitu :

1. Identifikasi pelanggan anda
2. Identifikasi produk anda
3. Identifikasi kebutuhan anda dalam memproduksi produk untuk pelanggan anda
4. Definisikan proses anda
5. Hindari kesalahan dalam proses anda dan hilangkan semua pemborosan yang ada.
6. Tingkatkan proses anda secara terus-menerus menuju target Six Sigma.

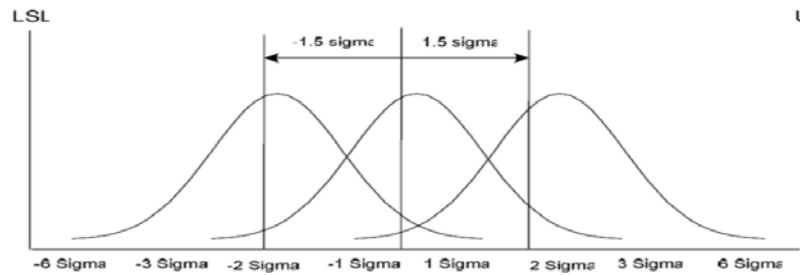
Apabila konsep Six Sigma akan diterapkan dalam bidang *manufacturing* maka perhatikan enam aspek berikut ini :

1. identifikasi produk yang memuaskan pelanggan anda (sesuai kebutuhan dan ekspektasi 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 dengan menentukan nilai USL (*Upper Specification Limit*) dan LSL (*Lower Specification Limit*) dari setiap CTQ.
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ).
6. Mengubah desain produk / proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target Six Sigma, yang berarti memiliki indeks kemampuan proses, C_{pm} minimum sama dengan dua ($C_{pm} \geq 2$).

Pendekatan pengendalian proses 6-Sigma Motorola mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (*mean*) setiap CTQ individual dari proses industry terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar $\pm 1,5$ Sigma, sehingga akan menghasilkan 3,4 DPMO. Dengan demikian berdasarkan konsep Sis

Sigma Motorola berlaku toleransi penyimpangan (*mean-target*) = $(\mu - T) = \pm 1,5 \sigma$ atau $\mu = T \pm 1,5 \sigma$.

Proses Six Sigma dengan distribusi normal yang menginginkan nilai rata-rata (*mean*) proses bergeser $1,5 \sigma$ dari nilai spesifikasi target kualitas (*T*) yang diinginkan oleh pelanggan.



Sumber : Gasperz, 2002

Gambar 2.3 Konsep Six Sigma Motorola dengan Distribusi Normal Bergeser 1,5-Sigma

Sejak awal perlu dicatat bahwa konsep Six Sigma Motorola dengan pergeseran nilai rata-rata (*mean*) dari proses yang diizinkan sebesar 1,5-Sigma ($1,5 \times$ standar deviasi maksimum) adalah berbeda konsep Six Sigma dalam distribusi normal yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata (*mean*) dari proses.

Tabel 2.1 Perbedaan *True 6-Sigma* dengan *Motorola's 6-Sigma*

<i>True 6-Sigma Process</i> (Normal Distribution Centered)			<i>Motorola's 6-Sigma Process</i> (Normal Distribution Shifted 1,5-Sigma)		
Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Prosentase yang memenuhi spesifikasi	DPMO(Kegagalan / Cacat Persejuta Kesempatan)	Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Prosentase yang memenuhi spesifikasi	DPMO(Kegagalan / Cacat Persejuta Kesempatan)
+ 1-sigma	68,27%	317.300	+ 1-sigma	30,8538%	691.462
+ 2-sigma	95,45%	45.500	+ 2-sigma	69,1462%	308.536
+ 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	99,999998%	0.002	+ 6-sigma	99,99966%	3.4

Sumber : Gasperz, 2002

2.3.2 Metode Six Sigma

Proyek peningkatan kualitas Six Sigma biasanya membutuhkan waktu 1-2 tahun tergantung proses-proses inti yang ditingkatkan kerjanya serta pelaksanaannya dan bergantung kebutuhan dari organisasi tersebut. Dengan demikian, suatu proyek dibidang tertentu dapat saja berakhir kemudian digantikan dengan proyek-proyek selanjutnya, tetapi program peningkatan kualitas Six Sigma tidak pernah berakhir.

Menurut Pande dan Holpp (2005), tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas Six Sigma terdiri dari lima langkah yaitu menggunakan metode DMAIC atau *Define, Measure, Analyse, Improve and Control*. Dimana DMAIC merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju target Six Sigma.

DMAIC dilakukan secara sistematis 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 kualitas menuju target Six Sigma.

1. *Define*

Merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Pada tahap ini kita perlu mendefinisikan beberapa hal yang terkait dengan (a) kriteria pemilihan proyek Six Sigma, (b) peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek Six Sigma (c) kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlibat dalam proyek Six Sigma, (d) proses-proses kunci dalam proyek Six Sigma beserta pelanggannya (e) kebutuhan spesifik dari pelanggan dan (f) pernyataan tujuan proyek Six Sigma.

2. *Measure*

Merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap *Measure* yaitu : (a) memilih dan menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan pelanggan, (b) mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, *output*, dan/atau *outcome*, dan (c)

mengukur kinerja sekarang (*current performance*) pada tingkat proses, *output*, dan/atau *outcome* untuk ditetapkan sebagai *baseline* kinerja (*performance baseline*) ada awal proyek Six Sigma.

3. *Analyse*

Merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Pada tahap ini kita perlu melakukan beberapa hal sebagai berikut : (a) menentukan stabilitas (*stability*) dan *capability*/ kemampuan (*capability*) dari proses, (b) menentukan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek Six Sigma, (c) mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab kecacatan atau kegagalan, dan (d) mengkonversikan banyak kegagalan ke dalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*).

4. *Improve*

Setelah mengetahui sumber-sumber dan akar-akar penyebab dari masalah kualitas kemudian dilakukan tahap penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas Six Sigma. Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Rencana tersebut mendeskripsikan tentang alokasi sumber daya serta prioritas atau alternative yang dilakukan.

5. *Control*

Merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas Six Sigma. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek-praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandarisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari Tim Six Sigma kepada pemilik atau penanggung jawab proses , yang berarti proyek Six Sigma berakhir pada tahap ini.

2.3.3 Implementasi Six Sigma

Penting untuk mengembangkan strategi serta rencana sendiri untuk meluncurkan dan mengintegrasikan Six Sigma. Lima langkah dasar tersebut yaitu :

1. mengidentifikasi proses-proses inti dan para pelanggan kunci.
2. menentukan persyaratan pelanggan.
3. Mengukur kinerja saat ini.
4. Memprioritaskan, menganalisa dan mengimplementasi perbaikan.
5. Mengelola proses-proses untuk kinerja Six Sigma.

2.4 Critical to Quality

Critical-to-Quality (CTQ) 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.

2.5 Ukuran-Ukuran Defect

a. Defect Per Unit (DPU)

Pande (2002) menyatakan bahwa ukuran ini merefleksikan jumlah rata-rata dari defect semua jenis, terhadap jumlah total unit dari unit yang dijadikan sampel. Dapat dihitung berdasarkan formula sebagai berikut:

$$DPU = \frac{\text{Jumlah Defective}}{\text{Jumlah Unit}}$$

Contoh :

- 99 defect pada 750 microchip (97 defective)

$$\frac{99 \text{ cacat}}{750 \text{ microchip}} = 0,132 \text{ (atau } 13,2 \% \text{) DPU}$$

- 233 defect pada 1150 balok baja cacat (99 defective)

$$\frac{233 \text{ cacat}}{1150 \text{ unit}} = 0,202 \text{ (atau } 20,2 \% \text{) DPU}$$

Jika akan menghitung DPU 1,0 misalnya, ini mengidentifikasi bahwa setiap unit akan memiliki satu defect – sekalipun beberapa item mungkin

memiliki lebih dari satu defect dan yang lainnya tidak ada defect. DPU 0,25 menunjukkan suatu probabilitas bahwa dari empat unit akan memiliki satu defect.

2.6 Ukuran – Ukuran Berbasis Peluang

Pande (2002) menyatakan bahwa ada beberapa cara untuk menghitung dan mengekspresikan ukuran-ukuran berbasis peluang yaitu sebagai berikut dan akan memberikan contoh yang sama untuk mempermudah dalam pemahaman :

a. Defect per Opportunity (DPO)

Menunjukkan proporsi defect atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok. Sebagai contoh, Jika nilai DPO sebesar 0,05 berarti peluang untuk memiliki defect dalam sebuah kategori adalah 5 persen. Dapat dihitung berdasarkan formula sebagai berikut:

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Number of Unit} \times \text{Number Of Opportunity}}$$

Contoh :

- 52 defect, 750 microchip, 150 peluang defect

$$\frac{52 \text{ cacat}}{750 \text{ chip} \times 150 \text{ peluang/chip}} = 0,00046 \text{ DPO}$$

- 319 defect, 1150 balok baja, 15 peluang defect

$$\frac{319 \text{ cacat}}{1150 \text{ chip} \times 15 \text{ peluang/balok}} = 0,018 \text{ DPO}$$

b. Defect per Million Opportunities (DPMO)

Mengidentifikasi berapa banyak defect akan muncul jika ada satu juta peluang. Dalam lingkungan manufaktur secara khusus. DPMO sering disebut dengan PPM atau *Part Per Million*. Dapat dihitung berdasarkan formula sebagai berikut:

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 (10^6)$$

Contoh :

- Microchip
 $0,00046 \times 10^6 = 460 \text{ DPMO}$
- Balok Baja
 $0,018 \times 10^6 = 18.000 \text{ DPMO}$

Didalam buku Gaspersz (2002) untuk menghitung DPMO dapat menggunakan formula berikut dalam program Microsoft Excel yaitu :

$$\text{DPMO} = 1000000 - \text{normsdist}(-1,5 + \text{NILAISIGMA}) * 1000000$$

Dan untuk Nilai Sigma = 2,77, maka gunakan formula berikut :

$$\text{DPMO} = 1000000 - \text{normsdist}(-1,5 + 2,77) * 1000000$$

Dimana nilai -1,5 merupakan konstanta dari Motorola yang mengizinkan pergeseran nilai rata-rata (mean) dari proses terhadap nilai spesifikasi target CTQ yang diinginkan pelanggan (T) sebesar $\pm 1,5$ sigma. Angka 2,77 merupakan tingkat sigma, dimana kita ingin mengetahui berapa DPMO pada tingkat 2,77 -Sigma. Formula tersebut dapat dipergunakan untuk mencari nilai DPMO pada berbagai tingkat Sigma.

c. Ukuran Sigma atau Nilai Sigma

Gaspersz (2002) menulis buku yang mengatakan bahwa DPMO merupakan ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas Six Sigma, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas Six Sigma Motorola sebesar 3,4 DPMO diinterpretasikan dalam suatu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakteristik CTQ adalah hanya 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan.

Dimana CTQ = Jumlah jenis kecacatan

Besarnya tingkat Sigma dihitung menggunakan batuan Software Microsoft Excel berdasarkan formula yaitu :

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

2.7 Peta Kendali

a. Peta Kendali P

Peta kendali p (pengendali proporsi kesalahan) merupakan salah satu peta kendali atribut yang digunakan untuk mengendalikan bagian produk cacat dari hasil produksi. Pengendali proporsi kesalahan (p -chart) digunakan untuk mengetahui apakah cacat produk yang dihasilkan masih dalam batas yang disyaratkan atau tidak. Dapat dikatakan juga sebagai perbandingan antara banyaknya cacat dengan semua pengamatan., yaitu setiap produk yang diklasifikasikan sebagai “diterima” atau “ditolak” (yang diperhatikan banyaknya produk cacat).

Peta pengendali proporsi kesalahan digunakan bila kita memakai ukuran cacat berupa proporsi produk cacat dalam setiap sampel yang diambil. Bila sampel yang diambil untuk setiap kali melakukan observasi jumlahnya sama maka kita dapat menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (p -chart) maupun banyaknya kesalahan (np -chart). Namun bila sampel yang diambil bervariasi untuk setiap kali melakukan observasi berubah-ubah jumlahnya atau memang perusahaan tersebut akan melakukan 100% inspeksi maka kita harus menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (p -chart).

Langkah-langkah pembuatan peta kendali p :

1. Lakukan pemeriksaan terhadap n buah item yang cacat p . Ulangi pemeriksaan untuk sampel lain yang diambil dari waktu produksi yang lain.
2. Untuk setiap pemeriksaan (sampel i), hitung fraksi cacat dengan rumus :

$$P_i = \frac{\text{jumlah yang ditolak}}{\text{jumlah yang diperiksa}}$$

3. Hitung rata-rata fraksi cacat dari seluruh item yang diperiksa dengan rumus :

$$\bar{p} = \frac{\text{jumlah yang ditolak}}{\text{jumlah yang diperiksa}}$$

4. Hitung standar deviasi fraksi cacat dengan rumus :

$$P_i = \frac{\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{n_i}$$

5. Buat peta p dengan batas-batas kendali sebagai berikut :

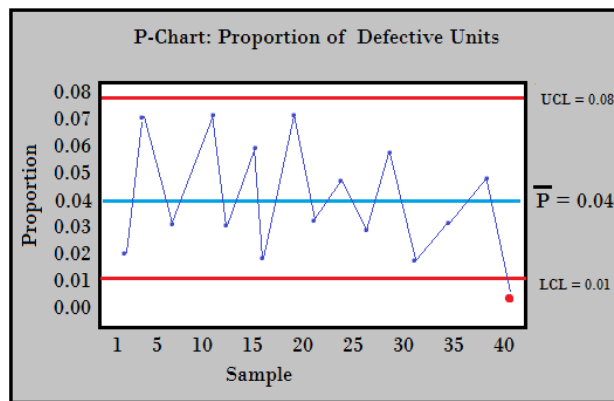
- a. Garis sentral (*Central Limit*) : $CL = \bar{p}$
- b. Batas kendali atas (*Upper Control Limit*) :

$$UCL = \bar{p} + 3 \frac{\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{n_i}$$

c. Batas kendali bawah (*Lower Control Limit*) :

$$LCL = \bar{p} - 3 \frac{\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{n_i}$$

6. Plot fraksi cacat p untuk setiap pemeriksaan (sampel) pada peta kendali yang dibuat pada langkah 5. Pada tahap konstruksi peta ini jika terdapat data-data yang keluar dari kontrol dan diketahui penyebabnya, buang data dan lakukan perhitungan ulang untuk mendapatkan CL, UCL, dan LCL revisi sampai semua data berada dalam batas kendali.
7. Intrepretasikan peta kendali yang terbentuk dan lakukan analisa terhadapnya.



Sumber : www.statisticshowto.com/p-chart

Gambar 2.4 Contoh P-Chart

b. Peta Kendali X-bar dan R Chart

Peta Kontrol X-Bar (Rata-rata) dan R (Range) digunakan untuk memantau proses yang mempunyai karakteristik berdimensi kontinu. Sehingga sering disebut peta kontrol untuk data variabel. Peta kontrol ini menjelaskan tentang apakah perubahan-perubahan telah dalam ukuran titik pusat (*central tendency*) atau rata-rata dari proses.

Buat peta kontrol X-Bar dan S Chart dengan batas-batas kendali sebagai berikut:

X – double bar = Rata – rata setiap pengambilan sample

- a. Garis sentral (*Central Limit*) : $CL = \bar{X}$
- b. Batas kendali atas (*Upper Control Limit*) :

$$UCL = \text{Mean X} + (A2 \times \text{Mean R})$$
- c. Batas kendali bawah (*Lower Control Limit*) :

$$LCL = \text{Mean X} - (A2 \times \text{Mean R})$$

2.8 Seven Tools

Seven Tools merupakan salah satu alat statistik untuk mencari akar permasalahan kualitas, sehingga manajemen kualitas dapat mengguakan *Seven Tools* tersebut untuk mengetahui akar permasalahan terhadap produk yangn mengalami cacat sea dapat mengetahui penyebab-penyebab terjadinya cacat.

2.8.1 Diagram Sebab Akibat (*Fishbone Diagram*)

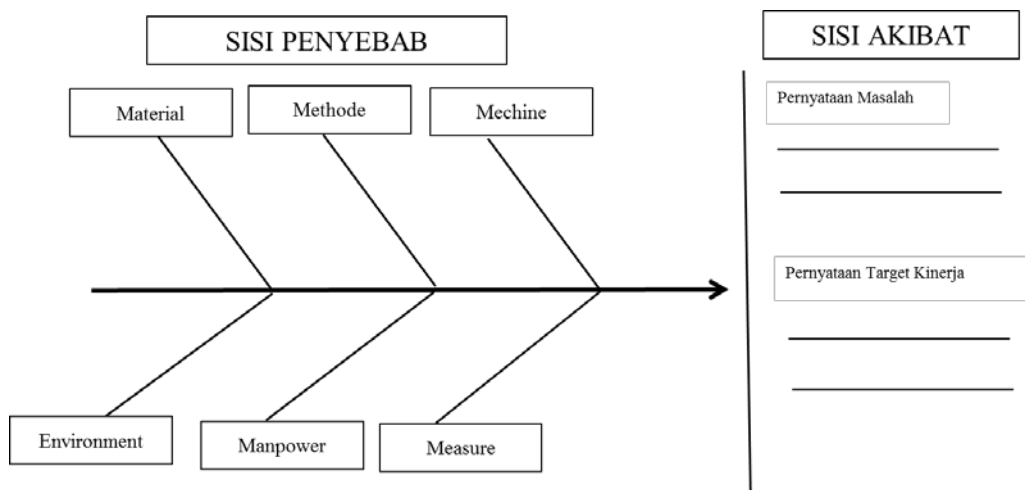
Diagram sebab akibat adalah suatu diagram yang menunjukkan hubungan antara sebab akibat. Diagram ini digunakn untk menganalisis persoalan dan faktor yang menimbulkan persoalan tersebut. Dengan demikian, diagram tersebut dapat digunakan untuk menjelaskan sebab-sebab suatu persoalan. Berkaitan dengan proses statistikal, diagram sebab akibat dipergunakan untuk menunjukkan faktor –faktor penyebab (sebab) dan karakteristik kualitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor-faktor penyebab itu. Diagram ini juga disebut dengan Ishikawa Diagram karena pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa dari universitas Tokyo pada tahun 1943.

Pada dasarnya diagram sebab akibat dapat dipergunakan untuk kebutuhan-kebutuhan seperti :

- a. Untuk menyimpulkan sebab-sebab variasi dalam proses.
- b. Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari masalah.
- c. Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi maalah.
- d. Untuk memberikan petunjuk mengenai macam-macam data yang dikumpulkan.
- e. Membantu dalam penyelidikan fakta lebih lanjut.

Langkah-langkah pembuatan diagram sebab-akibat :

- a. Menentukan atau mengidentifikasi yang menjadikan masalah untuk diselesaikan. Teknik penentuan masalah bisa menggunakan diagram pareto, distribusi frekuensi dan peta kontrol.
- b. Tuliskan pernyataan masalah tersebut pada kepala ikan yang merupakan akibat. Tuliskan pada sisi sebelah kanan dari kertas, kemudian gambarkan tulang belakang (anak panah dari kiri ke kanan) dan tempatkan pernyataan masalah tersebut didalam kotak.
- c. Tuliskan faktor-faktor penyebab utama yang menimbulkan masalah sebagai tulang besar (yang ditulis hanyalah kemungkinan yang bersifat garis besar).
- d. Jelaskan secara rinci dan nyatakan sebagai tulang-tulang berukuran sedang lalu tulang-tulang berukuran kecil (penyebab sekunder) sebagai penyebab-penyebab tersier.
- e. Tentukan item-item yang pening dari setiap faktor dan tailah faktor-aktor penting tertentu yang kelihatannya memiliki pengaruh nyata terhadap masalah utama.
- f. Perksalah apakah setiap item dalam dagram mempunyai hubungan sebab dan akibat secara signifikan.



Sumber : Gasperz, 2002

Gambar 2.5 Contoh Diagram Sebab Akibat

2.8.2 Diagram Pareto

Diagram pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya jumlah kejadian. Urutannya mulai dari jumlah permasalahan yang paling banyak terjadi sampai yang paling sedikit terjadi. Dalam grafik ini ditunjukkan dengan batang grafik tertinggi (paling kiri) hingga grafik terendah (paling kanan).

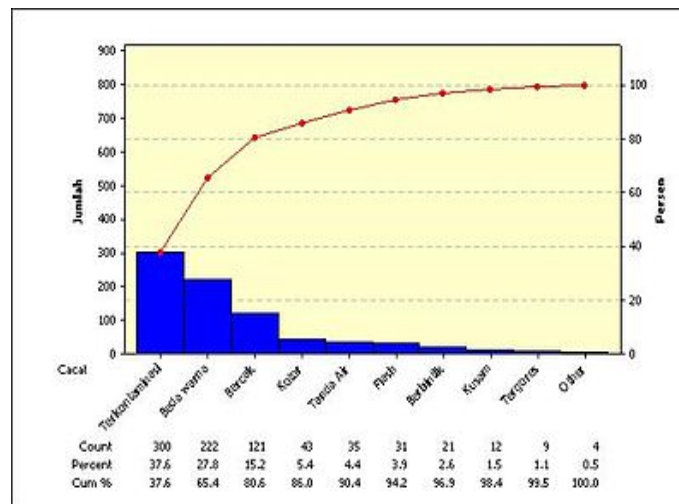
Cara untuk membuat diagram pareto :

- a. Menyaring data masalah menurut wilayah atau bagian dan menemukan bagian mana yang paling memiliki banyak masalah.
- b. Membandingkan data *defect* menurut tipe dan mengetahui *defect* mana yang paling umum
- c. Membandingkan masalah menurut dari dalam seminggu atau bulan untuk mengetahui selama periode mana masalah yang paling sering terjadi.
- d. Mengidentifikasi komplain pelanggan yang masuk sehingga mengetahui komplain apa yang paling umum.

Berikut adalah cara untuk menganalisis Diagram Pareto :

- a. Tentukan klasifikasi (kategori pareto) untuk grafik.
- b. Pilih suatu interval waktu untuk menganalisis.
- c. Tentukan kejadian total (misalnya biaya, jumlah kerusakan dll) untuk setiap kategori. Jika ada beberapa kategori yang menyebabkan hanya sebagian kecil dari total, kelompokkan hal ini ke dalam kategori yang disebut "lain-lain".
- d. Kemudian hitung prosentase dari setiap kategori dengan membagi kategori total dengan keseluruhan dan kalikan dengan 100%.
- e. Urutkan peringkat dari kejadian total terbesar sampai terkecil.
- f. Hitung prosentase kumulatif dengan menambahkan prosentase untuk setiap kategori pada beberapa kategori terdahulu.
- g. Buat bagan dengan sumbu vertikal kiri berskala dari 0 sampai sedikitnya 100%, dengan 100% pada sisi kanan sama tingginya dengan total keseluruhan pada sisi kiri.

- h. Beri label sumbu horizontal dengan nama kategori. Kategori paling kiri harus terbesar, kedua terbesar berikutnya dan seterusnya.
- i. Gambar dalam batang yang mewakili jumlah setiap kategori dan tinggi batang ditentukan oleh sumbu vertical kiri.
- j. Gambar satu garis yang menunjukkan kolom prosentase kumulatif dari tabel analisis pareto. Garis prosentase kumulatif ditentukan dengan sumbu vertical kanan.



Sumber : Wikipedia

Gambar 2.6 Contoh Diagram Pareto

2.8.3 Histogram

Histogram adalah alat yang digunakan untuk menunjukkan variasi data pengukuran dan variasi setiap proses. Histogram merupakan suatu potret dari proses yang menunjukkan sebagai berikut :

- a. Distribusi dari pengukuran.
- b. Frekuensi dari setiap pengukuran.

Histogram juga bisa digunakan untuk menunjukkan kemampuan proses dan apabila memungkinkan histogram dapat menunjukkan hubungan spesifikasi proses dan angka-angka nominal misalnya rata-rata. Dalam histogram, garis vertical menunjukkan banyaknya observasi tiap-tiap kelas, tendensi sentral, frekuensi terbesar (modus), titik tengah (median), rata-rata (mean) dan simpangan baku (sandar deviasi).

Dengan demikian histogram dapat digunakan sebagai alat untuk mengkomunikasikan informasi tentang informasi dalam proses serta dapat

juga membantu manajemen untuk membuat keputusan-keputusan yang berfokus pada usaha perbaikan yang berkelanjutan.

Langkah-langkah untuk membuat Histogram :

a. Mengumpulkan data pengukuran

Data yang digunakan adalah berbentuk numerik.

b. Menentukan besarnya range

Terlebih dahulu tentukan nilai terbesar dan nilai terkecil dari seluruh data pengukuran.

c. Menentukan banyaknya kelas interval

Banyaknya kelas interval tergantung dengan banyaknya data pengukuran.

d. Menentukan lebar kelas interval, batas kelas dan nilai tengah kelas.

- Yang menentukan lebar kelas interval adalah pembagian range dan banyaknya interval kelas dengan rumus : $\text{Lebar} = \frac{\text{Range}}{\text{Kelas Interval}}$

- Untuk menentukan batas setiap kelas interval

- Batas Kelas Pertama yaitu dengan rumus : Nilai Terendah - $\frac{1}{2}$ x unit pengukuran dan selanjutnya Batas Bawah Kelas Pertama ditambah dengan lebar kelas interval.

- Batas Kelas Kedua adalah Batas Atas Kelas Pertama, Batas Atas Kedua adalah Batas Bawah Kedua ditambah dengan lebar kelas interval.

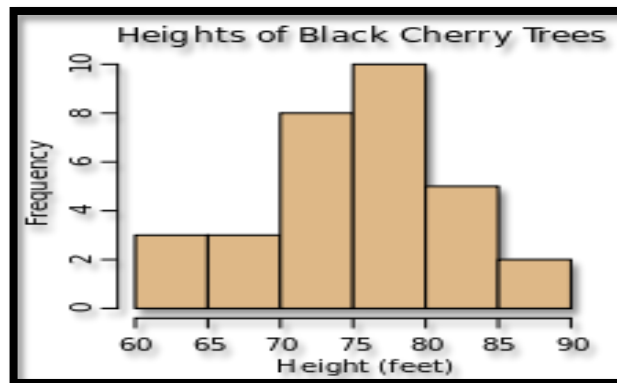
- Batas Kelas Ketiga dan seterusnya sama seperti cara untuk menentukan Batas Kelas Kedua.

- Untuk menentukan nilai tengah setiap kelas interval yaitu dengan rumus : $\text{Nilai Tengah Kelas Pertama} = \frac{\text{Batas Atas} + \text{Batas Bawah Kelas Pertama}}{2}$.

Nilai tengah kelas kedua dan seterusnya mempergunakan cara yang sama seperti menghitung Nilai Tengah Kelas Pertama.

e. Menentukan frekuensi dari setiap kelas interval.

f. Membuat grafik histogram



Sumber : Wikipedia

Gambar 2.7 Contoh Histogram

2.9 FMEA (*Failur Mode and Effect Analysis*)

FMEA merupakan suatu prosedur untuk mengidentifikasi dan mencegah kegagalan produk atau mode kegagalan sehingga output dari suatu produksi dapat sesuai dengan keinginan perusahaan. Yang disebut dengan suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang diteapkan atau perubahan-erubahan yang menyebabkan terganggunya suatu fungsi dari produk tersebut.

Dengan menghilangkan mode kegagalan, maka FMEA akan meningkatkan kualitas produk tersebut sehingga dapat meningkatkan kepuasan pelanggan yang menggunakannya.

Dalam membuat FMEA disarankan untuk membuat tabel analisis FMEA. Langkah-langkah untuk membuat FMEA adalah senagai berikut :

1. Mengidentifikasi proses atau produk/jasa.
2. Buatlah daftar potensi kesalahan (*failure mode*) untuk setiap proses, analisa dan temukan titik kesalahan yang mungkin terjadi di setiap proses. Hindari dari masalah-masalah sepele.
3. Buat rating atau bobot dari efek potensi yang ditimbulkan dari yang terbesar ke terkecil serta menilai masalah untuk keparahan (*severity*), probabilitas kejadian (*occurance*) dan detektabilitas (*detectabilitas*).
4. Menghitung *Risk Priority Niumber* atau RPN yang rumusnya adalah dengan mengalikan ketiga variabel yaitu *severity*, *occurence* dan *detectabilitas*.

Tabel 2.2 Contoh Tabel FMEA

Deskripsi Proses	No	Potensi Modus Kegagalan	Potensi Efek Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Proses Kontrol Pedeteksi Kesalahan	S	O	D	RPN

Berikut adalah penjelasan dari setiap tabel FMEA :

1. Deskripsi Proses

Merupakan gambaran dari proses produksi yang akan dianalisa dan apabila terdiri dari beberapa operasi dalam satu proses maka daftarkan operasi sebagai proses terpisah.

2. Potensi modus kegagalan

Merupakan potensi proses yang terjadi gagal dalam memenuhi persyaratan proses. Gunakan pengalaman proses yang sama untuk mengkaji ulang klaim pelanggan sehubungan dengan komponen yang sama. Asumsikan bahwa material yang masuk sudah baik.

3. Potensi efek kegagalan

Merupakan potensi dari akibat yang ditimbulkan dari kegagalan yang terjadi terhadap konsumen maupun efek terhadap kelangsungan proses selanjutnya.

4. Penyebab kegagalan

Merupakan penjelasan mengapa terjadi kegagalan pada proses tersebut bisa terjadi. Setiap penyebab kegagalan harus didaftarkan secara lengkap dan jelas.

5. Proses kontrol pedeteksi kesalahan

Merupakan kontrol yang dilakukan untuk mendeteksi penyebab kegagalan yang terjadi.

6. *Severity* (S)

Merupakan nilai tingkat keparahan dari akibat yang ditimbulkan terhadap konsumen maupun terhadap kelangsungan proses selanjutnya yang secara

tidak langsung juga merugikan. Nilai tersebut terdiri dari rating dari angka 1-10. Tabel dibawah ini merupakan kriteria dari setiap nilai rating *severity*. Semakin parah efek yang ditimbulkan maka semakin tinggi nilai rating yang akan diberikan.

Tabel 2.3 Nilai *Severity*

Rating	<i>Criteria of Saverity Effect</i>
10	Tidak berfungsi sama sekali
9	Kehilangan fungsi utama dan menimbulkan peringatan
8	Kehilangan fungsi utama
7	Pengurangan fungsi utama
6	Kehilangan kenyamanan fungsi penggunaan
5	Mengurangi kenyamanan fungsi penggunaan
4	Perubahan fungsi dan banyak pekerja menyadari adanya masalah
3	Tidak terdapat efek dan pekerja menyadari adanya masalah
2	Tidak terdapat efek dan pekerja tidak menyadari adanya masalah
1	Tidak ada efek

Sumber : Dydem, 2003

7. *Occurence* (O)

Merupakan kemungkinan seberapa sering penyebab kegagalan tersebut terjadi dan nilai tersebut diberikan untuk setiap penyebab kegagalan. Nilai tersebut terdiri dari rating dari angka 1-10. Tabel dibawah ini merupakan kriteria dari setiap nilai rating *occurence*. Semakin sering penyebab kegagalan terjadi maka semakin tinggi nilai rating yang akan diberikan.

Tabel 2.4 Nilai *Occurrence*

Rating	<i>Probability of Occurrence</i>
10	1 dalam 2
9	1 dalam 3
8	1 dalam 8
7	1 dalam 20
6	1 dalam 80
5	1 dalam 400
4	1 dalam 2.000
3	1 dalam 15.000
2	1 dalam 150.000
1	1 dalam 1.500.000

Sumber : Dydem, 2003

8. *Detectabilitas (D)*

Merupakan penyebab kegagalan tersebut seberapa jauh dapat dideteksi. Nilai tersebut terdiri dari rating dari angka 1-10. Tabel dibawah ini merupakan kriteria dari setiap nilai rating *detectabilitas*. Semakin sulit mendeteksi penyebab kegagalan maka semakin tinggi nilai rating yang akan diberikan.

Tabel 2.5 Nilai *Detectabilitas*

Rating	<i>Detection Design Control</i>
10	Tidak mampu terdeteksi
9	Kesempatan yang sangat rendah dan sangat sulit untuk terdeteksi
8	Kesempatan yang sangat rendah dan sulit untuk terdeteksi
7	Kesempatan yang sangat rendah untuk terdeteksi
6	Kesempatan yang rendah untuk tersdeteksi
5	Kesempatan yang sedang untuk tersdeteksi
4	Kesempatan yang cukup tinggi untuk tersdeteksi
3	Kesempatan yang tinggi untuk tersdeteksi
2	Kesempatan yang sangat tinggi untuk terdeteksi
1	Pasti terdeteksi

Sumber : Dydem, 2003

9. *Risk Priority Number (RPN)*

Merupakan perkalian dari rating *occurrence (O)*, *severity (S)* dan *detectability (D)* :

$$RPN = O \times S \times D$$

Angka ini digunakan sebagai panduan untuk mengetahui masalah yang paling serius, dengan indikasi angka yang paling tinggi memerlukan prioritas yang penanganan serius.

2.10 **Cost Of Poor Quality**

Biaya kualitas (Biaya Mutu) atau *Quality Cost* adalah biaya-biaya yang timbul dalam penanganan masalah kualitas (Mutu), baik dalam rangka meningkatkan Kualitas maupun biaya yang timbul akibat Kualitas yang buruk (*Cost Of Poor Quality*). Dengan kata lain, Biaya Kualitas (*Quality Cost*) adalah semua biaya yang timbul dalam Manajemen Kualitas (*Quality Management*).

Feigenbaum (1961) dalam bukunya yang berjudul “*Total Quality Control*” menyebutkan bahwa Biaya Kualitas terdiri dari 3 kategori utama, yaitu Biaya Pencegahan (*Preventive Cost*), Biaya Penilaian (*Appraisal Cost*), Biaya Kegagalan (*Failure Cost*). Biaya kegagalan kemudian dibagi lagi menjadi 2 jenis yaitu Biaya Kegagalan Internal (*Internal Failure Cost*) dan Biaya Kegagalan Eksternal (*External Failure Cost*).

Tabel 2.6 Jenis *Cost Of Poor Quality* menurut Feigenbaum

Kategori	Contoh Biaya Yang Perlu Dikeluarkan
Biaya Pencegahan (<i>Preventive Cost</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya pelatihan (<i>Training cost</i>) 2. Proses capability studies (Penelitian Kapabilitas Proses) 3. <i>Vendor Survey</i> 4. Quality Planning and Design
Biaya Penilaian (<i>Appraisal Cost</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Segala jenis pengujian (<i>testing</i>) dan Inspeksi 2. Pembelian peralatan pengujian dan inspeksi 3. Peninjauan kualitas dan audit (<i>Quality Audit and Review</i>) 4. Biaya laboratorium
Biaya Kegagalan Internal (<i>Failure Cost</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya scrap dan pengerjaan ulang (<i>Rework</i>) 2. Biaya perubahan design (<i>Design Change</i>) 3. Biaya kelebihan persediaan (<i>Excess Inventory Cost</i>) 4. Biaya pembelian bahan baku
Biaya Kegagalan Eksternal (<i>Failure Cost</i>)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya purna jual / Jaminan (<i>Warranty</i>) 2. Biaya pengembalian produk (<i>Return and Retail</i>) 3. Biaya penanganan keluhan pelanggan 4. Biaya ganti rugi

Sumber :Feigenbaum, Armand V.1961.*Total Quality Control*. Newyork.

Penerbit:McGraw-Hill Education

2.11 Penelitian Terdahulu

Dasar atau acuan yang berupa teori-teori atau temuan-temuan melalui hasil penelitian sebelumnya merupakan hal yang sangat perlu dan dapat dijadikan sebagai data pendukung. Salah satu data pendukung yang menurut peneliti perlu dijadikan bagian tersendiri adalah penelitian terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang sedang dibahas dalam penelitian ini. Dalam hal ini, sebagai tambahan jurnal setelah jurnal yang disampaikan di Bab 1.

Adetia Harpensa, Ambar Harsono, Lisyte Fitria (2015) dalam jurnalnya yang berjudul “ Usulan Perbaikan Kualitas Menggunakan Metode Six Sigma untuk Mengurangi Jumlah Cacat Produk Ubin Teraso pada PT. Ubin Alpen” yang merupakan penelitian yang bertujuan untuk mengurangi kerugian akibat terjadinya produk cacat pada pembuatan ubin. Terdapat dua jenis cacat tertinggi yaitu cacat retak dan cacat bagian tepi. Dari hasil penelitian tersebut menghasilkan

5 usulan perbaikan yang diajukan kepada perusahaan yaitu : (1) Melakukan inspeksi kerja proses percetakan, (2) Melakukan inspeksi kerja proses pengangkutan ubin basah ke rak, (3) Penentuan lama waktu pengeringan ideal, (4) Membatasi kapasitas pengangkutan, (5) Usulan perancangan rak penyimpanan dan pengangkutan. Banyaknya produk yang cacat selama periode tiga bulan ditahun 2014 yaitu bulan Oktober, November dan Desember adalah sebesar 1740 unit dengan jumlah produksi sebesar 7800 unit sehingga diperoleh nilai DPMO sebesar 37761,905 dan nilai rata-rata sigma sebesar 3,280.

Wahyani, W, Chobir, A dan Rahmanto, D.D (2010) dalam jurnalnya yang berjudul “Penerapan Metode Six Sigma dengan konsep DMAIC sebagai Alat Pengendali Kualitas” yang merupakan penelitian untuk menganalisis pencegahan terjadinya kecacatan produk yang masih kurang, terutama pada proses *packing* ,persiapan material & proses produksi. Dan diketahui memiliki nilai RPN (*Risk Potencial Number*) masing-masing sebesar 928,726 & 510 sehingga nilai Sigma untuk data atribut sebesar 4,69 dengan DPMO = 708. Analisis ini menggunakan kapabilitas proses pada beberapa tahap (sub) proses.

M. Nurul Ulum (2017) dalam skripsi yang berjudul “ Usulan Rancangan Perbaikan Kualitas Produk Cacat Dengan Metode Six Sigma Di PT. Indobaja “ yang merupakan penelitian bertujuan untuk mengurangi produk *defect* . Penelitian ini menggunakan analisis FMEA dan ditemukan 3 faktor yaitu faktor manusia, metode dan mesin dengan nilai RPN tertinggi sebesar 360 pada *Defect Product Wave* dengan permasalahan Fundo pada stand R1 & M3 yang terpakai sudah bengkok dan terlalu banyak getaran dikarenakan rumah pengunci pada fundo sudah aus. Nilai DPMO yang diperoleh sebesar 229.013 dan dengan nilai sigma sebesar 2,2.