

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian yang akan dilaksanakan diperlukan dasar-dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep-konsep yang dipermasalahkan dalam penelitian dan akan dipakai dalam analisis. Dalam bab ini akan dijelaskan beberapa dasar-dasar argumentasi atau teori yang digunakan dalam penelitian.

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian telah dilakukan berkenaan dengan *Six Sigma* yang dapat dijadikan referensi dalam penelitian ini. Berikut merupakan *review* dari beberapa penelitian sebelumnya:

1. Achmad Muhaemin (2012) dalam jurnal yang berjudul “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode *Six Sigma* Pada Harian Tribun Timur”. Persaingan di dunia industri yang semakin ketat dewasa ini mendorong perusahaan untuk lebih mengembangkan pemikiran untuk memperoleh cara yang efektif dan efisien dalam mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditetapkan. *Tribun Timur* merupakan salah satu koran daerah Kompas Gramedia yang dikelola PT. Indopersda Primamedia, Divisi Koran Daerah Kompas Gramedia. Untuk menerbitkan *Tribun Timur* juga berusaha untuk terus meningkatkan kualitas dengan menekan angka produk cacat dalam proses produksi. Dengan metode *six sigma* dapat diketahui bahwa kualitas koran yang dihasilkan oleh perusahaan cukup baik yaitu 3,20 sigma dengan tingkat kerusakan 44.679 untuk sejuta produksi (DPMO). Implementasi peningkatan kualitas *six sigma* pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ada tiga penyebab produk cacat tertinggi yaitu: warna kabur sebanyak 78%, tidak register sebanyak 12% dan terpotong 10%.
2. Muhammad Darda F.M (2013), dalam skripsi yang berjudul “Peningkatan Kualitas Produk *Under Bracket* Dengan Menggunakan Metodologi DMAIC Di PT. BUKAKA FORGING INDUSTRIES Cileungsi-Bogor”. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi masalah berkaitan kualitas dan mengetahui level *sigma* di perusahaan serta memberikan usulan perbaikan kepada perusahaan dengan menggunakan metodologi DMAIC – *Six Sigma*. Dari hasil penelitian diperoleh 4 jenis produk *under bracket* yang memiliki tingkat kecacatan terbanyak. Nilai level *sigma* pada *baseline* perusahaan yaitu, *under bracket* 75-009 sebesar 4,10; *under*

*bracket* 75-007 sebesar 3,94; *under bracket* 75-004 sebesar 4,16; *under bracket* 75-003 sebesar 4,15. Dengan diagram *fishbone* faktor yang paling berpengaruh adalah pada mesin dan operator. Usulan perbaikan untuk pengendalian perbaikan kualitas yaitu dengan membuat *schedule* perawatan mesin setiap enam bulan sekali. Dan melakukan *Patrolling System* untuk mengamati kinerja mesin saat beroperasi dan pengawasan serta komunikasi secara insentif terhadap operator oleh Supervisor atau Manager.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu Mengenai *Six Sigma*

| NO | Nama Peneliti              | Judul Penelitian                                                                                                           | Objek                                         | Tools                   | Tujuan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Achmad Muhaemin (2012)     | Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode <i>Six Sigma</i> Pada Harian Tribun Timur                              | Kompas Gramedia-Tribun Timur                  | <i>Six Sigma</i>        | Meningkatkan kualitas koran dengan menekan angka produk cacat pada proses produksi, dengan mengetahui nilai <i>sigma</i> yaitu 3,2 dan memberikan tahap <i>improve</i> berupa saran perbaikan.                                                                                                                                                                   |
| 2  | Muhammad Darda F.M (2013)  | Peningkatan Kualitas Produk <i>Under Bracket</i> Dengan Menggunakan Metodologi DMAIC                                       | PT. BUKAKA FORGING INDUSTRIES Cileungsi-Bogor | DMAIC- <i>Six Sigma</i> | Untuk mengidentifikasi masalah berkaitan kualitas dan mengetahui level <i>sigma</i> di perusahaan serta memberikan usulan perbaikan kepada perusahaan dengan menggunakan metodologi DMAIC – <i>Six Sigma</i> . Menggunakan <i>fishbone</i> untuk mengidentifikasi faktor penyebab permasalahan, dan memberikan saran perbaikan berupa <i>Patrolling System</i> . |
| 3  | Tia Zhalina Santoso (2013) | Peningkatan Kualitas Rokok Sigaret Kretek Tangan (SKT) Dengan Metode <i>Six Sigma</i> (Studi Kasus: PT. DJARUM KUDUS-BL53) | PT DJARUM KUDUS-BL53                          | <i>Six Sigma</i>        | Menyempurnakan proses pengendalian kualitas (GKM) menuju <i>Six Sigma</i> , dengan mengukur nilai DPMO, menganalisis penyebab <i>defect</i> dengan RCA dan memberikan rekomendasi pada desain alat produksi.                                                                                                                                                     |

## 2.2 *Six Sigma*

*Six Sigma* merupakan sebuah metode peningkatan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, mengurangi waktu siklus dan biaya operasi, meningkatkan produktivitas, memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik. Metode ini disusun berdasarkan sebuah



metodologi penyelesaian masalah yang sederhana—DMAIC, yang merupakan singkatan dari *Define* (merumuskan), *Measure* (mengukur), *Analyze* (menganalisis), *Improve* (meningkatkan/memperbaiki), dan *Control* (mengendalikan), yang menggabungkan bermacam-macam perangkat statistik serta pendekatan perbaikan proses lainnya (Lindsay; Evans, 2007).

Istilah *Six Sigma* diambil dari huruf abjad Yunani ( $\sigma$ ) yang digunakan untuk menggambarkan variabilitas, di mana pertimbangan pengukuran unit secara klasik dalam program tersebut adalah *defect* tidak lebih dari 3,4 kegagalan dari satu juta kesempatan. Jadi pada dasarnya, *Six Sigma* merupakan metodologi terstruktur untuk memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses (*process variances*) sekaligus mengurangi cacat (produk/jasa yang diluar spesifikasi) dengan menggunakan statistik dan *problem solving tools* secara intensif.

Pada tabel 2.2 diberikan perbandingan nilai sigma bila digambarkan dengan prosentase produk baik yang dihasilkan (*yield*), jumlah cacat yang dihasilkan satu juta produk/hasil produksi, tingkat suatu perusahaan dan biaya yang dikeluarkan untuk produk cacat (Peter S. Pande, 2002).

Tabel 2.2 Konversi *Sigma* Sederhana

| Sigma Level | Yield (%) | Defect Per Million Oportunity | Company Class                   | Cost of Poor Quality  |
|-------------|-----------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 1           | 30,9      | 690.000                       | Sangat tidak kompetitif         | Tidak dapat dihitung  |
| 2           | 69,2      | 308.000                       | Rata-rata industri di Indonesia | Tidak dapat dihitung  |
| 3           | 93,3      | 66.800                        | Rata-rata industri di USA       | 25-40% dari penjualan |
| 4           | 99,4      | 6.210                         |                                 | 15-25% dari penjualan |
| 5           | 99,98     | 320                           |                                 | 5-15% dari penjualan  |
| 6           | 99,9997   | 3,4                           | Industri kelas dunia            | <1% dari penjualan    |

Sumber: Pande, Peter.2000

### 2.3 Proses DMAIC *Six Sigma*

DMAIC digunakan untuk meningkatkan proses bisnis yang telah ada. Berikut adalah lima tahap DMAIC (Vincent Gazpers, 2011):

1. *Define*—Mendefinisikan secara formal sasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atau kebutuhan pelanggan dan strategi perusahaan.
2. *Measure*—Mengukur kinerja proses pada saat sekarang agar dapat dibandingkan dengan target yang diterapkan.
3. *Analyze*—Menganalisis hubungan sebab-akibat berbagai faktor yang dipelajari untuk mengetahui faktor-faktor dominan yang perlu dikendalikan.

4. *Improve*—Mengoptimasikan proses menggunakan analisis-analisis seperti *Design of Experiments* (DOE), dan lain-lain, untuk mengetahui dan mengendalikan kondisi optimum proses.
5. *Control*—Melakukan pengendalian terhadap proses secara terus-menerus untuk meningkatkan kapabilitas proses menuju target *Six Sigma*.

Tabel 2.3 Bagan Metodologi DMAIC *Six Sigma*

| Project Phase and Deliverables                                                                    |                                                                                            |                       |                                                                                                 |                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| DEFINE                                                                                            | Measure                                                                                    | Analyze               | Measure                                                                                         | Control                                                                         |
| Project selection<br>Project Charter<br>Critical to Customer (CTQ) need<br>High Level Process Map | Key output variables<br>Possible causes of defect<br>Data collection and presentation plan | Key causes of defects | Improvement strategy<br>Prioritize solutions<br>Tested and measure solutions<br>Final solutions | Lock in the results<br>*Mistake proofing<br>*Control points<br>*Monitoring Plan |

Sumber: Gazpers, Vincent.2011

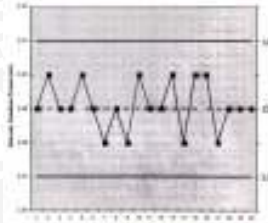
## 2.4 Alat dan Metode Statistik dalam *Six Sigma*

### 2.4.1 Peta Kontrol

Grafik pengendali adalah suatu alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor apakah suatu aktivitas dapat diterima sebagai proses yang terkendali. Grafik pengendali terkadang disebut dengan *Shewhart control charts* karena grafik ini pertama kali dibuat oleh Walter A. Shewhart. Nilai dari karekteristik kualitas yang dimonitor, digambarkan sepanjang sumbu y, sedangkan sumbu x menggambarkan sampel atau subgroup dari karakteristik kualitas tersebut.

Sebagai contoh karakteristik kualitas adalah panjang rata-rata, diameter rata-rata, dan waktu pelayanan rata-rata. Semua karakteristik tersebut dinamakan variabel dimana nilai numeriknya dapat diketahui. Sedangkan atribut adalah karakteristik kualitas yang ditunjukkan dengan jumlah produk cacat, umlah ketidaksesuaian dalam satu unit, serta jumlah cacat per unit. Terdapat tiga garis pada grafik pengendali. *Center line* atau garis tengah adalah garis yang menunjukkan nilai rata-rata dari karakteristik kualitas yang diplot pada grafik. *Upper limit control* atau batas pengendali atas dan *lower limit control* atau batas pengendali bawah digunakan untuk membuat keputusan mengenai proses. Jika terdapat data yang berada di luar batas pengendali atas dan batas pengendali bawah serta pada pola data tidak acak atau random maka dapat diambil kesimpulan bahwa data berada di luar kendali statistik.





Gambar 2.1 Peta Kendali  
Sumber: Gaspersz, 2003:76

#### 2.4.1.1 Peta Kontrol untuk Data Variabel

##### 1. Peta Kontrol X-Bar

Digunakan untuk memantau proses yang mempunyai karakteristik berdimensi kontinyu, sehingga disebut sebagai diagram kontrol untuk data variabel. Diagram kontrol X menjelaskan tentang perubahan yang terjadi dalam ukuran titik pusat atau rata-rata dari proses.

Misalkan karakteristik kualitas berdistribusi normal dengan *mean*  $\mu$  dan deviasi standar  $\sigma$ , dengan  $\mu$  dan  $\sigma$  keduanya diketahui. Jika  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  sampel berukuran  $n$ , maka rata-rata sampel ini adalah:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} \quad (2-1)$$

Dalam praktek biasanya  $\mu$  dan  $\sigma$  tidak diketahui. Misalkan tersedia  $m$  sampel, masing-masing memuat  $n$  observasi pada karakteristik kualitas itu. Misalkan  $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \dots, \bar{X}_m$  adalah rata-rata tiap sampel, maka penaksir terbaik untuk rata-rata proses  $\mu$  adalah *mean* keseluruhan, yaitu:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 + \dots + \bar{X}_m}{m} \quad (2-2)$$

Misal tersedia  $m$  sampel dan hanya terdiri dari satu observasi, maka penaksir terbaik. Untuk rata-rata proses  $\mu$  adalah:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_m}{m} \quad (2-3)$$

Sehingga diperoleh rumus untuk batas atas dan batas bawah Diagram Kontrol X:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad (2-4)$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad (2-5)$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_m}{m} \quad (2-6)$$

Keterangan:

$A_2$  = Nilai konstan  $A_2$  untuk diagram kontrol X (lihat dalam tabel).

$R$  = Rata-rata rentang sampel.

## 2. Peta Kontrol R

Diagram kontrol R (*range*) menjelaskan perubahan yang terjadi dalam ukuran variasi atau perubahan homogenitas produk yang dihasilkan suatu proses. Misalkan  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_m$  adalah rentang  $m$  sampel itu. Maka rentang rata-ratanya adalah:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m} \quad (2-7)$$

Sehingga rumus diagram kontrol R sebagai berikut:

$$CL = \bar{X} \quad (2-8)$$

$$UCL = \bar{X} + A_2 \bar{R} \quad (2-9)$$

$$LCL = \bar{X} - A_2 \bar{R} \quad (2-10)$$

Keterangan:

$\bar{R}$  = Rata-rata rentang

$D_4$  = Nilai konstan  $D_4$  untuk diagram kontrol R

$D_3$  = Nilai konstan  $D_3$  untuk diagram kontrol R

$m$  = Banyaknya sampel

### 2.4.1.2 Peta Kontrol untuk Data Atribut

#### 1. Peta Kontrol P

Bagian tak sesuai didefinisikan sebagai perbandingan banyak produk yang tidak sesuai dalam suatu populasi dengan banyak produk keseluruhan dalam populasi itu. Produk-produk itu mungkin mempunyai karakteristik kualitas yang diperiksa bersama-sama oleh pemeriksa. Apabila produk tidak sesuai dengan standar dalam satu atau beberapa karakteristik ini, maka produk itu diklasifikasikan sebagai produk tak sesuai. Peta Pengendali Proporsi Kesalahan (*p-Chart*)

Bila sampel yang diambil untuk setiap kali melakukan observasi jumlahnya sama maka kita akan menggunakan peta kendali 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 inspeksi 100 % inspeksi maka harus menggunakan peta pengendali proporsi kesalahan (*p-chart*).

$$\bar{P} = \frac{x}{n} \quad (2-11)$$

Dimana :

$p$  = proporsi kesalahan dalam setiap sampel

$x$  = banyaknya produk yang salah dalam setiap sampel

$n$  = banyaknya sampel yang diambil dalam setiap inspeksi

Garis pusat (*Center Line*) peta pengendali proporsi kesalahan ini adalah:

$$\bar{P} = GP\ p = CL = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{n.g} \quad (2-12)$$

Dimana :

$\bar{P}$  = Garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan

$P_i$  = Proporsi kesalahan setiap sampel atau sub kelompok dalam setiap observasi

$n$  = Banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi

$g$  = Banyaknya observasi yang dilakukan

Sedangkan batas pengendali atas (BPA) dan atas pengendali bawah (BPB)

Untuk peta pengendali proporsi kesalahan tersebut (untuk 3 sigma) adalah:

$$BPA = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2-13)$$

$$BPB = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad (2-14)$$

## 2. Peta Kontrol np

Digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (cacat) dari item-item dalam kelompok yang sedang diinspeksi. Dengan demikian diagram kontrol P digunakan untuk mengendalikan proporsi dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi kualitas atau proporsi dari produk yang cacat yang dihasilkan dalam suatu proses. Misalkan proporsi item-item produk berukuran adalah  $P_1, P_2, \dots, P_n$  maka rata-rata proporsinya adalah:

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} \quad (2-15)$$

Sehingga diperoleh rumus untuk batas atas dan batas bawah diagram kontrol P:

$$CL = \bar{P} \quad (2-16)$$

$$UCL = \bar{P} + 3S_p \quad (2-17)$$

$$LCL = \bar{P} - 3S_p \quad (2-18)$$

dengan:

$$S_p = \sqrt{\bar{P}(100 - \bar{P})/n} \quad (2-19)$$

Pendekatan pertama, dan mungkin yang paling sederhana adalah menentukan batas pengendali untuk tiap-tiap sampel yang didasarkan atas ukuran sampel tertentu. Yakni, jika sampel ke- $i$  berukuran  $n_i$ , maka batas atas dan batas bawahnya adalah:



(2-20)

Pendekatan kedua dalah berdasarkan grafik pengendali pada ukuran sampel rata-rata, yang menghasilkan himpunan batas pengendali (Montgomery, 1990: 160).

#### 2.4.2 Diagram Pareto

Diagram pareto pertama kali diperkenalkan oleh Alfredo Pareto dan digunakan pertama kali oleh Joseph Juran. Diagram ini menunjukkan seberapa besar frekuensi berbagai macam tipe permasalahan yang terjadi dengan daftar masalah pada sumbu x dan jumlah/frekuensi kejadian pada sumbu y. Kategori masalah diidentifikasi sebagai masalah utama dan masalah yang tidak penting. Prinsip Pareto adalah 80 % masalah (ketidakesuaian atau cacat) disebabkan oleh 20% penyebab. Prinsip Pareto ini sangat penting karena prinsip ini mengidentifikasi kontribusi terbesar dari variasi proses yang menyebabkan performansi yang jelek seperti cacat.



Gambar 2.2 Diagram Pareto  
Sumber: Sumber: Gaspersz, 2003:51

#### 2.4.3 RCA (Root Cause Analysis)

(Dalam Syahindri, *skripsi*, 2010:24), RCA merupakan suatu metodologi untuk mengidentifikasi dan mengoreksi sebab-sebab yang penting dalam permasalahan operasional dan fungsional. Metode RCA sangat berguna untuk menganalisis suatu kegagalan system tentang hal yang tidak diharapkan yang terjadi, bagaimana hal itu bias terjadi, dan mengapa hal itu bias terjadi. Tujuan dari penggunaan RCA adalah untuk mengetahui penyebab masalah atau kejadian dengan mengidentifikasi akar-akar penyebab masalah tersebut. Jika akar penyebab dari suatu masalah tidak teridentifikasi, maka hanya akan mengetahui gejalanya saja dan masalah itu sendiri akan tetap ada. Dengan demikian RCA sangat baik digunakan untuk mengidentifikasi akar dari suatu masalah yang berpotensi dapat menimbulkan resiko operasional di bagian produksi.



Menurut Syahindri (dalam Hidayat, *jurnal nasioanl*, 2008:13) menyatakan bahwa RCA menggambarkan seluruh penyebab kegagalan dari level rendah hingga level tertinggi. Diagram RCA digunakan untuk menganalisis dan menemukan factor-faktor yang berpengaruh secara signifikan dalam menentukan karakteristik kualitas *output* kerja serta mencari penyebab yang sesungguhnya dari suatu masalah. Adapun langkah-langkah dalam menyusun RCA adalah:

1. Mengetahui *starting point*, mengetahui *problem* pada level tertinggi.
2. Melakukan *brainstorming* untuk mengetahui penyebab untuk level sebelumnya.
3. Untuk mengidentifikasi penyebab, lakukan beberapa pertanyaan “mengapa penyebab ini menjadi *problem*”.
4. Melakukan pertanyaan yang baru dan melakukan beberapa pertanyaan terus-menerus hingga tidak bias dijawab, sehingga itu merupakan penyebab yang utama.

#### 2.4.4 Analisis Kapabilitas Proses

AKP suatu studi guna menaksir kemampuan proses dalam bentuk distribusi probabilitas yang mempunyai bentuk, rerata dan penyebaran. AKP dapat dilakukan tanpa mengingat spesifikasi pada karakteristik mutu tetapi dapat kita nyatakan sebagai prosentase yang di luar spesifikasi. Studi kemampuan proses mengukur parameter fungsional pada produk, bukan proses itu sendiri. AKP mendefinisikan kemampuan proses memenuhi spesifikasi atau mengukur kinerja proses. Pyzdek(1995): AKP juga merupakan prosedur yang digunakan untuk memprediksi kinerja jangka panjang yang berada dalam batas pengendali proses statistik.

Pelaksanaan Analisa Kemampuan Proses (AKP):

1. AKP harus dilakukan hanya bila proses dalam batas pengendali statistik penyimpangan karena penyebab umum.
2. Jika diidentifikasi adanya penyebab khusus, maka AKP dihentikan dan dilakukan tindakan perbaikan terhadap kombinasi mesin, alat, metode, material dan karyawan yang terkait.

Tujuan Analisa Kemampuan Proses (AKP):

1. Memprediksi variabilitas proses. Informasi ini berguna bagi perancang sebagai informasi penting mengenai batas-batas spesifikasi.
2. Memilih proses yang paling tepat atau memenuhi toleransi.
3. Merencanakan hubungan diantara proses-proses yang berurutan

4. Menyediakan dasar kuantitatif untuk menyusun jadwal pengendalian proses dan penyesuaian secara periodic.
5. Menugaskan mesin-mesin kedalam kelas pekerjaan sehingga sesuai dengan pengujian yang dilakukan.
6. Menguji teori mengenai penyebab kesalahan selama program perbaikan kualitas.
7. Memberikan pelayanan sebagai dasar untuk menentukan syarat kinerja kualitas untuk mesin-mesin yang ada.

#### Langkah-langkah Analisa Kemampuan Proses (AKP):

1. Mengembangkan deskripsi mengenai proses yang dilakukan yang meliputi input, langkah-langkah proses dan karakteristik kualitas *outputnya*. Deskripsi ini untuk mengembangkan model matematis yang menunjukkan dampak setiap variabel proses pada karakteristik kualitas.
2. Mendefinisikan kondisi proses untuk setiap *variable* proses, meliputi penentuan nilai optimum atau tujuan setiap *variable* proses.
3. Meyakinkan bahwa setiap karakteristik kualitas minimal memiliki satu variabel proses yang dapat digunakan untuk mengadakan penyesuaian dan perbaikan.
4. Menentukan apakah pengukuran kesalahan dilakukan secara signifikan.
5. Menentukan apakah AKP yang akan dilakukan memfokuskan hanya pada variabilitas atau juga pada kesalahan yang menyebabkan masalah kualitas.
6. Merencanakan penggunaan *control chart* untuk mengevaluasi stabilitas proses.
7. Mempersiapkan pengumpulan data termasuk ukuran sampelnya.
8. Merencanakan metode analisis data. Analisis mencakup penghitungan kemampuan proses pada variabilitas dan analisis data atribut pada kesalahan dan analisis data dari perancangan proses secara statistik.
9. Mempersiapkan waktu untuk memeriksa dan menganalisis hasil, meliputi analisis nilai optimum dan jarak dari variabel proses, data-data *out of control* dalam *controlchart* dan hasil lain yang dianggap penting. Hal ini bertujuan untuk memperbaiki proses.

#### Formulasi Analisa Kemampuan Proses (AKP):

1. Kemampuan proses biasa diformulasikan dalam  $\pm 3\sigma$  atau  $6\sigma$  (*Six Sigma*).
2. Dimana  $\sigma$  menyatakan simpangan baku dari proses yang terkendali. Ini berarti dengan asumsi distribusi normal ada 99,73% produk berada dalam batas  $\pm 3\sigma$ .



3. Dengan mengkuantifikasi kemampuan proses kita dapat menghitung puntuk berpegang pada spesifikasi produk.

Jenis Pelaksanaan Analisa Kemampuan Proses Dalam keadaan terkendali, AKP dilakukan dengan:

1. Rasio kemampuan proses (RKP)

Apabila proses berada dalam batas pengendali statistik dengan peta pengendali proses statistik “normal” dan rata-rata proses terpusat pada target, maka rasio kemampuan proses atau index kemampuan proses dapat dihitung dengan:

$$RKP \text{ atau } IKP = \frac{BSA - BSB}{6\sigma} \quad (2-24)$$

BSA (Batas Spesifikasi Atas) dan BSB (Batas Spesifikasi Bawah) adalah batas toleransi yang ditetapkan konsumen yang harus dipenuhi oleh produsen.

Dari hasil perhitungan tersebut apabila :

RKP atau IKP >1 berarti proses masih baik (*capable*)

RKP atau IKP <1 berarti proses tidak baik (*not capable*)

RKP atau IKP =1 berarti proses sama dengan spesifikasi konsumen

2. Indeks kemampuan proses atas dan kemampuan proses bawah

$$KPA = \frac{BSA - \mu}{3\sigma} \quad (2-25)$$

$$KPB = \frac{\mu - BSA}{3\sigma} \quad (2-26)$$

Dimana  $\mu$  merupakan rata-rata proses.

KPA adalah perbandingan dari rentang atas rata-rata, dan KPB adalah perbandingan rentang bawah rata-rata. Baik RKP, KPA, maupun KPB digunakan untuk mengevaluasi batas spesifikasi yang ditentukan. Selain itu, ketiganya dapat digunakan dalam mengevaluasi kinerja proses relatif terhadap batas-batas spesifikasi. Hal ini juga dapat membantu penentuan parameter proses. Indeks kemampuan proses (RKP) menunjukkan kemampuan proses yang potensial.

3. Indeks kemampuan proses (Cpk)

CPK di atas mengukur kemampuan potensial, dengan tidak memperhatikan kondisi rata-rata proses ( $\mu$ ). Rata-rata proses tersebut diasumsikan sama dengan titik tengah dari batas-batas spesifikasi dan proses berada pada kondisi *instatistical control*. Kenyataannya, nilai rata-rata tidak

selalu berada di tengah, sehingga perlu mengetahui variasi dan lokasi rata-rata proses. Nilai CPK diformulasikan dengan:

$$Cpk = \min \left\{ \frac{BSA - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - BSA}{3\sigma} \right\} = \min \{Cpk, Cpl\} \quad (2-27)$$

Bila  $CPK \geq 1$  maka proses disebut baik (*capable*), bila  $CPK \leq 1$  maka proses disebut kurang baik (*not capable*). Indeks CPK menunjukkan skala jarak relatif dengan 3 standar deviasi. Nilai CPK ini menunjukkan kemampuan sesungguhnya dari proses dengan nilai-nilai parameter yang ada.

Untuk menghitung nilai kemampuan proses dari data atribut atau yang dimaksud dengan proporsi kesalahan atau jumlah cacat didapat dari:

$$CP = (1 - \bar{P}) \times 100\% \quad (2-28)$$

Keterangan:

$CP$  = kemampuan proses

$\bar{P}$  = rata – rata proporsi cacat

## 2.5 Perhitungan DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

*Defects Per Million Opportunities* (DPMO) adalah sebuah metode pengukuran performansi proses yang sering digunakan dalam penerapan *Six Sigma*. Di dalam konteks usaha untuk melakukan *improvement* pada suatu proses, DPMO adalah suatu pengukuran performansi dari suatu proses yang dihitung dengan rumus berikut ini:

$$DPMO = \frac{1.000.000 \times \text{number of defect}}{\text{number of unit} \times \text{number of opportunities per unit}} \quad (2-29)$$

Maksud dari *defect* ini sendiri adalah ketidaksesuaian dari kualitas suatu karakteristik terhadap spesifikasinya. Satuan DPMO dinyatakan dalam kesempatan per satu juta unit untuk lebih meyakinkan.

Tabel 2.4 Hubungan *Sigma* dan DPMO

| <b>Sigma</b> | <b><i>Part per Million</i></b> |
|--------------|--------------------------------|
| 6            | 3,4 defect per million         |
| 5            | 320 defect per million         |
| 4            | 6.210 defect per million       |
| 3            | 66.800 defect per million      |
| 2            | 308.000 defect per million     |
| 1            | 690.000 defect per million     |

Sumber: Pande, Peter.2000

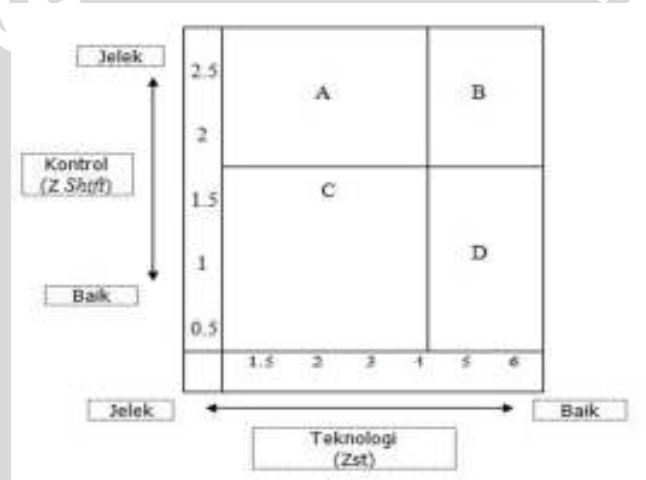


## 2.6 Shift

Perbedaan matematis antara kapabilitas proses *short term* dan *long term* disebut sebagai *shift*. Perbedaan ini ditunjukkan dengan nilai  $Z_{shift}$  yang didapatkan dari (Kusuma, 2008:16-17):

$$Z_{shift} = Z_{st} - Z_{lt} \quad (2-30)$$

$Z_{shift}$  mempresentasikan kemampuan mengendalikan (mengontrol) teknologi. Secara rata-rata, untuk proses tertentu  $Z_{shift}$  adalah sekitar 1,5. Jika  $Z_{shift}$  kurang dari 1,5 artinya proses mempunyai kontrol yang lebih baik dari rata-rata. Jika secara signifikan lebih besar dari 1,5 artinya control lebih buruk dari rata-rata (Kusuma, 2008:16). Untuk menentukan apakah kapabilitas proses yang didapat merupakan hasil dari control atau teknologi, dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Lokasi Kapabilitas Proses (teknologi vs control)  
Sumber: Syahindri, 2010:30 (dalam Kusuma, *skripsi*, 2008:17)

Menurut Syahindri, 2010:30 (dalam Kusuma, *skripsi*, 2008:17), terdapat empat kuadran (A,B,C dan D) yang menjadi letak dari kapabilitas proses dimana dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

- Kontrol buruk teknologi tidak memadai (Variabilitas tinggi dan tidak presisi).
- Harus mengontrol proses lebih baik, teknologi baik (Variabilitas tinggi, namun presisi baik).
- Kontrol proses baik, teknologi tidak memadai (Variabilitas rendah, namun tidak presisi).
- Kontrol dan teknologi kelas dunia (Variabilitas rendah dan presisinya baik).