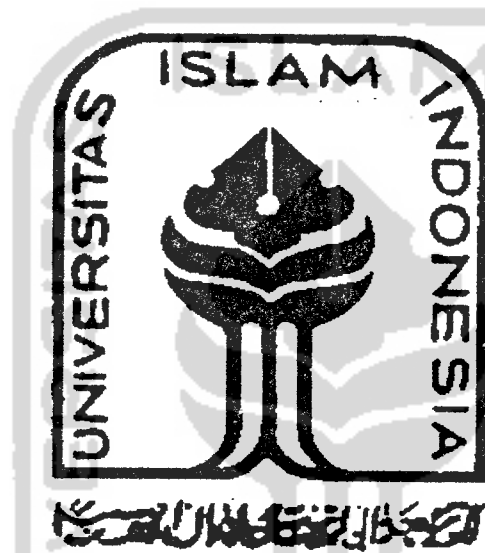


**ANALISIS PERHITUNGAN TINGKAT SIGMA SEBAGAI UPAYA
PENINGKATAN KUALITAS PRODUK**

**Studi Kasus: PT. ALMASINDO
PADALARANG-BANDUNG**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Industri**



Oleh :

Nama : BAYU RAMADHONI
No.Mahasiswa : 02 522 126

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2007

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISIS PERHITUNGAN TINGKAT SIGMA SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN KUALITAS PRODUK

(Studi Kasus pada PT. ALMASINDO PADALARANG-BANDUNG)

TUGAS AKHIR

oleh :

Nama : Bayu Ramadhoni
No. Mahasiswa : 02 522 126

Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 27 Februari 2007

Tim Penguji

Ir. Ali Parkhan, MT

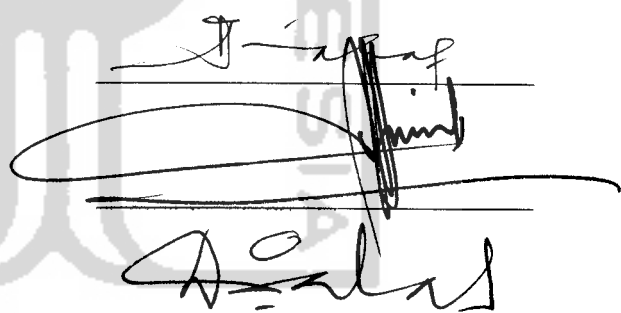
Ketua

Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc, Ph.D

Anggota I

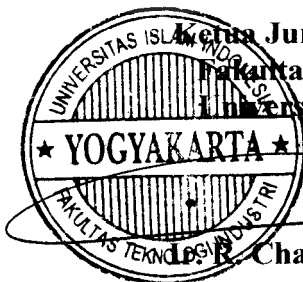
Drs. R. Abdul Djalal, MM

Anggota II



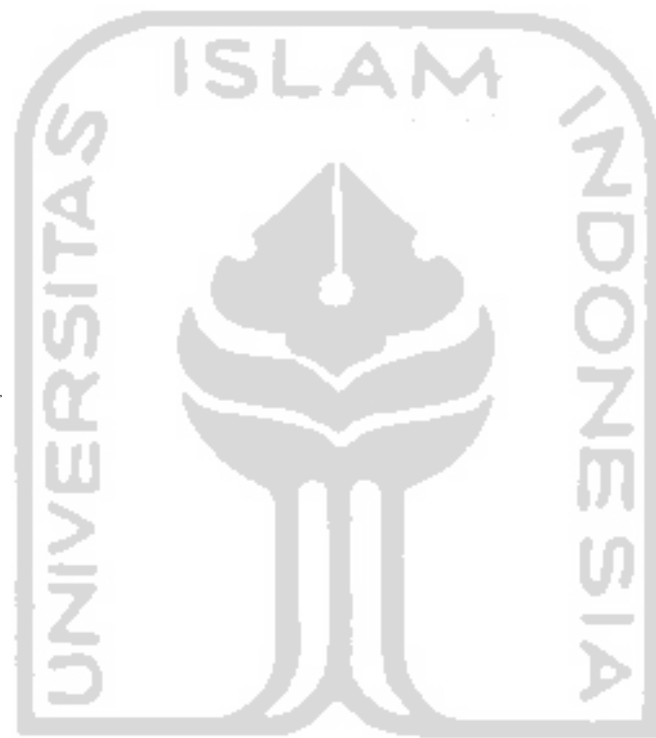
Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc, Ph.D

HALAMAN PERSEMBAHAN



*Kupersembahkan karya ini untuk ibuku, ayahku,
Sahabat – sahabatku yang telah hadir dalam perjalanan hidupku
Serta Tutu Syiah Aniktia yang selalu memotivasi dan mendoakanku.
Terima kasih untukmu atas kasih sayang, pengertian dan perhatian yang
telah engkau berikan sampai saat ini.*

MOTTO

“ Sungguh, Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sampai mereka sendiri mengubah dirinya”

(QS Ar Ra'd : 11)

.....Katakanlah apakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui. Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran.

(Q.S Az Zumar : 9)

“Sebelum Anda memimpin orang lain, mula-mula harus belajar mengurus diri sendiri

(Zig Ziglar)”

“ Orang yang paling tidak berbahagia ialah orang yang paling takut perubahan. ”

(Mignon Mclaughlin)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan Kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia serta hidayah-Nya kepada hamba-Nya selama masih dalam iman dan ikhsan.

Atas petunjuk dan ridho-Nya jualah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Tugas Akhir ini wajib ditempuh oleh mahasiswa Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang studi Strata 1.

Kelancaran dalam mempersiapkan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya Penulis haturkan kepada:

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia
2. Ketua Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. Ali Parkhan, MT, selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
4. Pimpinan PT ALMASINDO dan staf yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian.
5. Semua pihak yang telah memberikan masukan, dorongan dan semangat dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Semoga Allah memberikan balasan yang setimpal atas jasa-jasanya yang diberikan kepada penulis, dan akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pembaca umumnya, dan bagi penulis khususnya.

Yogyakarta, Februari 2007

Penulis

2.1.3 Mengukur Performansi Kualitas.....	11
2.1.4 Six Sigma.....	12
2.1.5 Definisi Six Sigma.....	12
2.1.6 Biaya Kualitas.....	13
2.2.Konsep Six Sigma.....	18
2.2.1 Konsep Dasar Motorola's Six Sigma.....	18
2.2.2 Kualitas Tiga Sigma Dan Enam Sigma.....	20
2.2.3 Kelebihan Six Sigma.....	22
2.2.4 Variabel Indikator Kemampuan Proses.....	23
2.2.5 Aplikasi Six Sigma Dalam Perbaikan Proses.....	25
2.2.6 Tools Dalam Six Sigma.....	28
2.2.6.1 CTQ Tree.....	29
2.2.6.2 SIPOC.....	30
2.2.6.3 Diagram Operasi.....	31
2.2.6.4 FMEA.....	32
2.2.6.5 Fishone Diagram.....	34
2.2.6.6 PICA.....	35
2.2.6.7 Control Chart.....	36
2.2.7 Analisis DPMO Dan Tingkat Sigma.....	38
2.2.8 Analisis kapabilitas Proses.....	39
2.2.9 Tinjauan Keberhasilan Penerapan Six Sigma Pada Industri Manufaktur	42

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	45
3.2 Studi Pustaka.....	47
3.3 Pengumpulan Data.....	47

3.4 Pengumpulan Data 1.....	48
3.5 Penetapan Permasalahan Dan Goal Statement.....	49
3.6 Penentuan CTQ.....	49
3.7 Pengumpulan Data 2.....	50
3.8 Observasi Lapangan.....	50
3.9 Pembuatan SIPOC.....	51
3.10 Perhitungan Tingkat Sigma Produk.....	51
3.11 Pembuatan Diagram Tulang Ikan.....	52
3.12 Pembuatan FMEA.....	52
3.13 Penyusunan PICA.....	52
3.14 Menghitung Biaya Kegagalan Kualitas.....	53
3.15 Analisa biaya Kegagalan Kualitas.....	53
3.16 Kesimpulan dan Saran.....	53

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data.....	54
4.1.1 Data Umum Perusahaan.....	54
4.1.2 Visi Perusahaan.....	55
4.1.3 Struktur Organisasi.....	56
4.1.4 Tinjauan Produksi.....	57
4.1.4.1 Kapasitas Produksi.....	57
4.1.4.2 Bahan Baku.....	57
4.1.4.3 Proses Produksi.....	59
4.1.5 Quality Control.....	63
4.1.6 Data Input Tingkat Sigma.....	64

4.2 Pengolahan Data.....	87
4.2.1 Peta Kontrol P.....	87
4.2.2 Penentuan Jenis Kecacatan Terbesar.....	91
4.2.3 Perhitungan Tingkat Sigma Untuk Proses Inspeksi Akhir.....	93
4.2.4 Perhitungan Tingkat Kapabilitas Proses.....	96
4.2.5 Membuat Analisa Fishbone Diagram.....	98
4.2.6 Pembuatan FMEA.....	103
4.2.7 Pembuatan PICA	119
4.2.8 Menghitung Biaya Kegagalan Kualitas.....	122

BAB V PEMBAHASAN

5.1 Analisa Data Laporan Masalah.....	125
5.2 Analisa Penetapan Permasalahan Dan Pernyataan Tujuan.....	125
5.3 Analisa CTQ.....	126
5.4 Penentuan Tingkat Ketidaksesuaian Dan Uji Kendali Produk.....	128
5.5 Analisa Tingkat DPMO Dan Sigma.....	129
5.6 Analisa Tingkat Kapabilitas Proses.....	129
5.7 Analisa Hubungan Antara Kapabilitas Proses Dengan Tingkat Sigma.....	130
5.8 Analisa Diagram Fishbone.....	130
5.9 Analisa FMEA.....	134
5.10 Analisa PICA.....	136
5.11 Analisa Biaya Kualitas.....	138

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan.....	140
6.2 Saran.....	141

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Empat Kategori Biaya Kualitas	14
Tabel 2.2	Kualitas 99% Versus Performa Six Sigma	22
Tabel 2.3	Klasifikasi Perusahaan Disesuaikan Dengan Nilai Sigma.....	25
Tabel 2.4	Simbol Diagram Proses	32
Tabel 2.5	Contoh Tabel PICA	35
Tabel 4.1	Data Keluhan Konsumen Periode September 2006.....	65
Tabel 4.2	Data Keluhan Konsumen Terhadap Produk Roasting Pan	68
Tabel 4.3	Data Spesifikasi Proses Produksi.....	73
Tabel 4.4	Data Kecacatan Produk Roasting Pan	73
Tabel 4.5	Data Tingkat Temperatur Tempat Kerja Tiap Proses Produksi.....	75
Tabel 4.6	Data Pengukuran Tingkat Kebisingan Tiap Proses Produksi.....	77
Tabel 4.7	Perhitungan Banyaknya Ketidaksesuaian Pada Inspeksi Akhir.....	87
Tabel 4.8	Frekuensi Cacat Produk.....	91
Tabel 4.9	Kriteria Pembobotan Angka Severity	104
Tabel 4.10	Kriteria Pembobotan Angka Occurance	105
Tabel 4.11	Kriteria Pembobotan Angka Detection.....	106
Tabel 4.12	Failure Modes And Effect Analysis Receiving Process	108
Tabel 4.13	Failure Modes And Effect Analysis Press Shop Process.....	110
Tabel 4.14	Failure Modes And Effect Analysis Treatment Process.....	112
Tabel 4.15	Failure Modes And Effect Analysis Painting Process	114
Tabel 4.16	Failure Modes And Effect Analysis Assembling Process	116
Tabel 4.17	Failure Modes And Effect Analysis Packing Process.....	118
Tabel 4.18	Problem Identification And Corrective Action.....	121
Tabel 4.19	Data Biaya kualitas Produk Roasting Pan Periode September 2006.....	122
Tabel 5.1	Daftar Latar Belakang Operator Proses Treatment.....	131

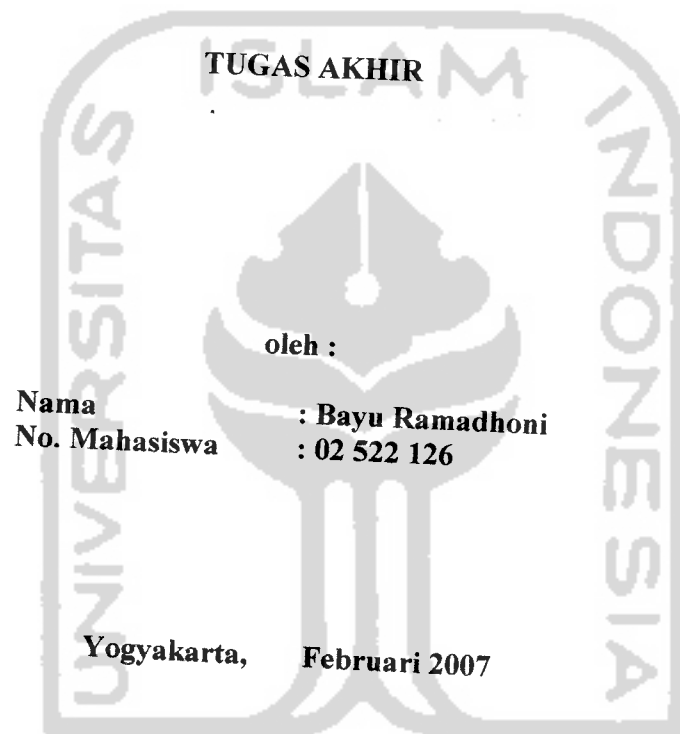
ABSTRAKSI

Persaingan pasar industri manufaktur semakin ketat, khususnya Industri alat-alat masak. PT. Almasindo sebagai salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang produksi alat-alat masak (*Manufacture Kitchen Tools*) berusaha meningkatkan kualitas produk yang dihasilkannya. Program peningkatan kualitas yang dilakukan akan berdasarkan keluhan yang diterima dari pelanggan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik kualitas berdasarkan keluhan pelanggan, kemudian menentukan dan mengevaluasi seberapa besar kemampuan proses produksi saat ini dengan menggunakan tingkat *sigma*. Langkah selanjutnya adalah melakukan analisa untuk mengetahui penyebab ketidaksesuaian yang terjadi dan menentukan solusi-solusi tindakan untuk ketidaksesuaian produk. Alat analisa yang digunakan yaitu *fishbone* diagram dan *Failure Modes and Effect Analysis*. Dari hasil analisa akan diberikan rekomendasi perbaikan proses, alat yang digunakan adalah *Problem Identification and Corrective Action*. Hasil penelitian menunjukkan tingkat DPMO (Defect Per Million Opportunity) sebesar 4251,6 yang berarti bahwa peluang produk cacat yang dihasilkan perusahaan sebesar 4251,6 dari satu juta produk yang dihasilkan, dan tingkat *Sigma* sebesar 4,1. Dengan tingkat *Sigma* sebesar 4,1, artinya PT. Almasindo menunjukkan kinerja perusahaan sangat bagus dan peluang bersaing dengan perusahaan lain cukup kuat. Adanya produk yang tidak sesuai spesifikasi/cacat menyebabkan adanya biaya kualitas sebesar Rp. 25.564.016 pada periode bulan September. Rata-rata kinerja perusahaan dalam proses produksi selama periode penelitian memberikan hasil yang sangat baik, walaupun hasil yang dicapai belum memenuhi target yang direncanakan, yaitu pada level 4,5 dengan tujuan utama adalah pada 6 *Sigma* dalam terminologi *Six Sigma*. Selain itu menunjukkan kecacatan yang ada disebabkan oleh beberapa faktor penyebab kecacatan, antara lain, faktor metode, mesin, tenaga kerja, lingkungan dan material. Perusahaan ini melakukan perbaikan terus menerus (*continues improvement*) agar kinerja perusahaan dalam proses produksi mampu menghasilkan produk *zero defect*.

Kata kunci : *Six Sigma, Fishbone Diagram, Failure Modes And Effect Analysis*

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
ANALISIS PERHITUNGAN TINGKAT SIGMA SEBAGAI UPAYA
PENINGKATAN KUALITAS PRODUK

(Penelitian pada PT. Almasindo, Padalarang-Bandung)



Nama : Bayu Ramadhoni
No. Mahasiswa : 02 522 126

Yogyakarta, Februari 2007

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ali Parkhan'.

Ir. Ali Parkhan, MT



pt. ALMAS METAL INDONESIA

Jl. Ranggamalela No. 22 Bandung - Indonesia Phone : (022) 4204422. Fax : (022) 430380

Jl. Raya Batujajar Km. 2 No. 169 Cimareme Padalarang - Indonesia Phone : (022) 6866082. Fax. (022) 6866081
E-mail : ptalmas@indosat.net.id

SURAT KETERANGAN

Yang bertanda tangan di bawah ini bagian Personalia Umum PT ALMASINDO menerangkan bahwa Mahasiswa :

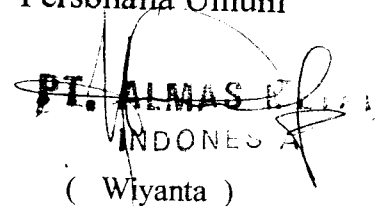
Nama : Bayu Ramadhoni

NIM : 02 522 126

Pada tanggal 30 Nopember 2006 s/d 2 Desember 2006 telah melakukan penelitian di PT ALMASINDO dalam rangka untuk mengumpulkan data, guna mendukung penyelesaian tugas akhir.

Demikian Surat keterangan ini di buat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Padalarang, 2 Desember 2006
Personalia Umum


PT. ALMAS METAL
INDONESIA
(Wiyanta)

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan Pembimbing.....	ii
Lembar Pengesahan Penguji.....	iii
Surat Keterangan.....	iv
Halaman Persembahan.....	v
Halaman Motto.....	vi
Kata Pengantar.....	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Abstraksi.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II Kajian Pustaka	
2.1 Kajian Pustaka.....	8
2.1.1 Pengertian Kualitas.....	8
2.1.2 Pengendalian Kualitas.....	10

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Biaya Kualitas Tradisional	16
Gambar 2.2 Model Biaya Kualitas Baru.....	17
Gambar 2.3 Proses Pada 3 Sigma Dan 6 Sigma	21
Gambar 2.4 Distribusi Normal Dengan USL, LSL, Defect, Acceptable	24
Gambar 2.5 Siklus Metode Six Sigma DMAIC.....	26
Gambar 2.6 Contoh CTQ Tree.....	30
Gambar 2.7 Contoh Diagram Tulang Ikan	35
Gambar 2.8 Contoh Control Chart.....	36
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT.Almasindo	56
Gambar 4.2 Mekanisme Kerja Produksi	58
Gambar 4.3 Proses Produksi Cookware.....	63
Gambar 4.4 CTQ Tree	69
Gambar 4.5 Diagram SIPOC	71
Gambar 4.6 Peta Kontrol P Untuk Data Ketidaksesuaian Produk.....	90
Gambar 4.7 Diagram Pareto Kecacatan Produk	92
Gambar 4.8 Diagram Tulang Ikan Kualitas Produk Roasting Pan	99
Gambar 5.1 Fishbone Diagram Cacat Karat.....	134

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dari tahun ke tahun, sektor industri di Indonesia mengalami perkembangan. Namun Negara Indonesia masih jauh tertinggal apabila dibandingkan dengan Negara Jepang yang sudah maju. Kondisi perekonomian saat ini belum menunjukkan adanya perbaikan yang signifikan, seperti bayangan inflasi yang cukup tinggi yang juga berpengaruh pada daya beli masyarakat, defisit anggaran yang masih cukup tinggi serta kurs valuta asing yang terus bergejolak, telah menyebabkan perkembangan industri di Indonesia menjadi tersendat-sendat (Dewi, 2001).

Konsumen adalah faktor yang sangat penting dalam industri. Tanpa adanya konsumen, suatu perusahaan tidak akan dapat bertahan hidup. Konsumen memiliki kebebasan untuk memilih produk apa yang mereka inginkan. Produk yang berkualitas tentu akan menjadi pilihannya, sehingga mereka akan selalu setia menggunakan produk tersebut, bahkan mereka akan merekomendasikannya kepada pihak lain.

Kualitas produk menjadi salah satu hal yang berpengaruh dalam perkembangan industri. Sangatlah penting untuk memperhatikan kualitas produk demi kemajuan industri. Produk yang berkualitas dapat menghasilkan nilai tambah pada output perusahaan. Peningkatan kualitas produk dapat diupayakan melalui sistem pengendalian kualitas yang baik dan berkesinambungan. Berbagai metode dalam sistem pengendalian kualitas telah dikembangkan sejak akhir abad 19. Dari metode *Operator Quality control*

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian diatas maka dapat dirumuskan permasalahan yang dihadapi sebagai berikut :

1. Berapa pencapaian tingkat *Sigma* terhadap target *Sigma* perusahaan ?
2. Bagaimanakah cara perusahaan meningkatkan kualitas produk ?
3. Berapa besar biaya kegagalan kualitas yang dikeluarkan?

1.3 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah perlu dilakukan untuk memfokuskan kajian yang akan dilakukan. Sehingga tujuan penelitian dapat dicapai dengan cepat dan baik sebagai berikut :

1. Obyek penelitian di PT ALMASINDO pada bagian Quality Control.
2. Obyek yang diteliti produk alat-alat masak (*cookware*) khususnya jenis Roasting Pan.
3. Data jumlah cacat yang diambil untuk perhitungan nilai sigma produk cacat adalah data jumlah cacat bulan September 2006.
4. Pengukuran dilakukan untuk mencari penyebab cacat-cacat produk dari setiap proses yang ada.
5. Dalam penelitian ini, biaya kualitas yang dihitung adalah biaya kegagalan internal.

6. Pendekatan pengendalian proses six sigma yang digunakan mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (mean) dari proses sebesar 1,5-sigma (Gasperz, 2002).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kinerja perusahaan dalam ukuran Sigma.
2. Mengetahui faktor-faktor penyebab dari ketidaksesuaian yang terjadi.
3. Mengetahui besar biaya kegagalan kualitas yang dikeluarkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Hasil dari pengukuran tingkat kualitas produk dalam ukuran Six sigma dapat dijadikan informasi untuk meningkatkan kualitas produk.
2. Dapat diketahui biaya kegagalan kualitas yang dikeluarkan, faktor – faktor yang mempengaruhi serta cara menanggulangi penyebab kegagalan produk tersebut untuk meningkatkan kualitas produknya.
3. Hasil pengukuran tingkat Sigma dapat dijadikan bahan informasi dalam pengambilan keputusan dalam rencana produksi (*production planning*) ke depan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Pengertian Kualitas

Kualitas produk menjadi salah satu hal yang berpengaruh dalam perkembangan industri. Peningkatan kualitas produk akan mendorong peningkatan daya saing industri yang akhirnya dapat menunjang perkembangan industri di Indonesia. Tujuan secara umum untuk memberlakukan standar kualitas adalah untuk mendapatkan keuntungan yang setinggi-tingginya.

Pengertian kualitas menurut (Besterfield, 1994) mengatakan bahwa "*Quality is conformance to requirement or specification*". Dalam hal ini, fokus kualitas adalah pada kepuasan pelanggan. Menurut (Faure, 1996) mengatakan bahwa kepuasan pelanggan dapat didefinisikan secara sederhana sebagai suatu keadaan dimana kebutuhan, keinginan, dan harapan pelanggan dapat terpenuhi melalui produk yang dikonsumsi.

Kata kualitas memiliki banyak definisi yang berbeda dan bervariasi dari yang konvensional sampai yang lebih strategis. Definisi konvensional dari kualitas biasanya menggambarkan karakteristik langsung dari suatu produk seperti: performansi (*performance*), keandalan (*reliability*), mudah dalam penggunaan (*easy of use*), estetika (*esthetics*), dan sebagainya. Sedangkan definisi strategis menyatakan

bahwa kualitas adalah segala sesuatu yang mampu memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan. Berdasarkan kedua definisi tersebut, pada dasarnya kualitas mengacu kepada pengertian pokok berikut (Juran, 1989) :

1. Kualitas terdiri dari sejumlah keistimewaan produk, baik keistimewaan langsung maupun keistimewaan atraktif yang memenuhi keinginan/kebutuhan pelanggan dan dengan demikian memberikan kepuasan atas penggunaan produk itu. Untuk jenis kualitas ini, kualitas yang lebih tinggi biasanya biayanya lebih tinggi.
2. Kualitas adalah bebas dari kekurangan atau kerusakan yang mengakibatkan ketidakpuasan (kekecewaan) terhadap produk. Untuk jenis kualitas ini, kualitas yang lebih tinggi biasanya biayanya lebih rendah.

Kualitas juga dapat didefinisikan sebagai pemberian atribut kepada suatu produk lebih dari harapan konsumen (Ovetveit, 2000). Definisi lain dari kualitas adalah keseluruhan gabungan karakteristik produk dan jasa dari pemasaran, rekayasa, pembuatan, dan pemeliharaan yang membuat produk dan jasa yang digunakan memenuhi harapan-harapan pelanggan (Feigenbaum, 1989).

Dari uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa produk yang berkualitas baik adalah produk yang dapat memberikan kepuasan bagi pelanggan. Apabila pelanggan belum dapat merasakan kepuasan, berarti produk tersebut masih berkualitas rendah, sehingga masih sangat perlu dilakukan peningkatan kualitas.

Peningkatan kualitas produk dapat diupayakan melalui sistem pengendalian kualitas yang baik dan berkesinambungan. Menurut definisi ISO 8402 (*Quality Vocabulary*), pengendalian kualitas (*quality control*) adalah teknik-teknik dan

aktivitas operasional yang digunakan untuk memenuhi persyaratan kualitas (Gaspersz, 2001).

2.1.2 Pengendalian Kualitas

Peningkatan kualitas produk dapat diupayakan melalui sistem pengendalian kualitas yang baik dan berkesinambungan. Menurut definisi ISO 8402 (*Quality Vocabulary*), pengendalian kualitas (*quality control*) adalah teknik-teknik dan aktivitas operasional yang digunakan untuk memenuhi persyaratan kualitas. Pengendalian kualitas merupakan suatu system verifikasi dan penjagaan suatu tingkatan kualitas produk atau proses sesuai dengan yang dikehendaki, dengan cara perencanaan yang seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi yang terus-menerus serta tindakan yang korelatif bilamana diperlukan. Sedangkan Standar Industri Jepang (JIS) mendefinisikan pengendalian kualitas sebagai suatu sistem tentang metode produksi yang secara ekonomis memproduksi barang-barang atau jasa-jasa yang bermutu yang memenuhi kebutuhan konsumen. Melaksanakan pengendalian kualitas berarti mengembangkan, mendesain, memproduksi dan memberikan jasa atau produk bermutu yang paling ekonomis, paling berguna dan selalu memuaskan bagi konsumen (Gaspersz, 2001).

Keuntungan penerapan pengendalian kualitas bagi suatu organisasi yaitu (Sritomo, 2003):

1. Menambah tingkat efisiensi dan produktivitas kerja.
2. Mengurangi kehilangan-kehilangan (*losses*) dalam proses kerja seperti waste product, waktu yang tidak produktif dan sebagainya.
3. Menekan biaya (*save money*).

4. Menjaga agar penjualan (sales) akan tetap meningkat sehingga profit tetap diperoleh (meningkatkan daya saing).
5. Menambah reliabilitas produk.
6. Memperbaiki/menjaga moral pekerja tetap tinggi.

2.1.3 Mengukur Performansi Kualitas

Pengukuran performansi kualitas dapat dilakukan pada tiga tingkat, yaitu : pada tingkat proses (process level), pada tingkat output (output level), dan pada tingkat outcome (outcome level). Pengendalian Proses Statistikal (*Statistikal Process Control = SPC*) dapat diterapkan pada ketiga tingkat pengukuran performansi kualitas itu. Ketiga tingkat pengukuran performansi kualitas tersebut adalah:

1. Pengukuran pada tingkat proses

Yaitu mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik input yang diserahkan oleh pemasok (supplier) yang mengendalikan karakteristik output yang diinginkan.

Contohnya : prosentase material cacat yang diterima dari pemasok, siklus waktu produk, banyaknya inventori barang setengah jadi.

2. Pengukuran pada tingkat output

Yaitu mengukur karakteristik output yang dihasilkan dibandingkan terhadap spesifikasi karakteristik yang diinginkan pelanggan.

Contohnya: banyak produk cacat, tingkat efektifitas dan efisiensi produksi, karakteristik kualitas produk yang dihasilkan.

3. Pengukuran pada tingkat outcome

Yaitu mengukur bagaimana baiknya suatu produk untuk memenuhi kebutuhan dan ekspektasi pelanggan (mengukur tingkat kepuasan pelanggan dalam mengkonsumsi suatu produk yang diserahkan). Pengukuran pada tingkat outcome merupakan tingkat tertinggi dalam pengukuran performansi kualitas.

Contohnya: banyaknya keluhan pelanggan yang diterima atas produk, banyaknya produk yang dikembalikan pelanggan (Melani, 2003).

2.1.4 *Six Sigma*

Sigma (σ) adalah sebuah abjad Yunani yang menotasikan standar deviasi suatu proses. Standar deviasi mengukur variasi atau jumlah penyebaran suatu rata-rata proses. Tingkat kualitas sigma biasanya juga dipakai untuk menggambarkan output dari suatu proses. Semakin tinggi tingkat sigma maka semakin kecil toleransi yang diberikan pada kecacatan dan semakin tinggi kapabilitas proses, oleh karena itu semakin rendah variabilitas output yang dapat dihasilkan (Rosad, 2005).

2.1.5 Definisi *Six Sigma*

Six Sigma mempunyai beberapa definisi sebagai berikut:

- a. Pengertian dasar dari *Six Sigma* adalah bekerja dengan lebih efisien sehingga perusahaan dapat menekan kemungkinan terjadinya kesalahan terhadap produk, proses atau pelayanan yang dihasilkannya. Sehingga kapabilitas proses tersebut meningkat dan meminimalkan kemungkinan terjadinya kesalahan pada produk, proses atau pelayanan yang dihasilkan (Pande, et. al, 2000).

- b. Adalah suatu alat statistik untuk mengukur seberapa bagus produk, kapabilitas atau kinerja suatu proses dalam satuan kuantitatif dan dapat digunakan untuk membandingkan (benchmarking) atau memonitor perkembangan suatu produk, proses atau pelayanan dari waktu ke waktu. (Firmansyah, 2002).
- c. Adalah strategi bisnis, dengan *Six Sigma* dapat membantu perusahaan menghasilkan produk, proses atau pelayanan yang mampu bersaing. Karena performance dari proses atau produk dapat diukur setiap saat. Sebagai bukti jika perusahaan memperbaiki rating sigma dari suatu proses, maka kualitas produk yang dihasilkan meningkat dan biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan proses tersebut akan turun. Secara alamiah hal ini akan membuat customer menjadi puas. (Widayanto, 2003).

Berdasarkan beberapa definisi Six Sigma diatas, maka dapat disimpulkan bahwa Six Sigma adalah sebuah sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, mempertahankan, dan memaksimalkan sukse bisnis. Six Sigma secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap kebutuhan pelanggan, pemakaian yang disiplin terhadap fakta, data, dan analisis statistik, serta perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki, dan menanamkan kembali proses bisnis.

2.1.6 Biaya Kualitas (*Cost of Quality*)

Biaya kualitas dapat didefinisikan dengan sangat beragam, tetapi secara umum biaya kualitas adalah biaya-biaya baik yang terlihat (*tangible*) maupun tak terlihat (*intangible*) yang berhubungan dengan karakteristik kualitas dari suatu produk atau jasa yang dihasilkan. Biaya kualitas cukup sulit untuk diketahui, karena biaya kualitas

sering kali tidak nampak secara langsung dalam perhitungan *accounting*, dan juga banyak biaya-biaya yang tersembunyi.

Biaya kualitas dapat digolongkan kedalam dua kelompok besar, yaitu biaya kesesuaian (*conformance costs*) dan biaya ketidaksesuaian (*nonconformance costs*). Biaya kesesuaian adalah biaya yang timbul untuk menjamin produk dan jasa yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan. Sedangkan biaya ketidaksesuaian adalah biaya yang diakibatkan oleh produk atau jasa yang tidak sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Biaya kesesuaian terdiri dari biaya pencegahan (*prevention cost*) dan biaya penghargaan (*appraisal cost*). Sedangkan biaya ketidaksesuaian terdiri atas biaya kegagalan internal (*internal failure cost*) dan biaya kegagalan eksternal (*external failure cost*). Dengan demikian biaya kualitas terbagi kedalam 4 kategori, seperti pada Tabel 2.1. di bawah ini.

Tabel 2.1. Empat kategori biaya kualitas

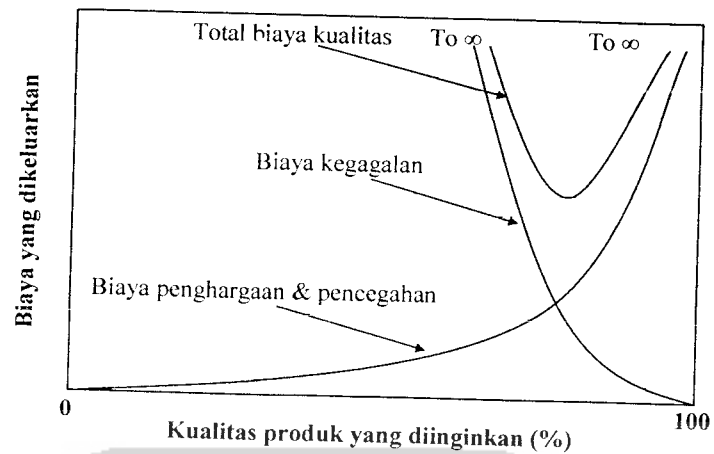
BIAYA KUALITAS	
Biaya kegagalan internal 1. Cacat atau sisa (<i>Scrap</i>) 2. Pengerjaan ulang (<i>rework</i>)	Biaya kegagalan eksternal 1. Biaya untuk pelanggan 2. Garansi 3. <i>Claim</i> dan <i>complain</i> 4. Pengembalian material
Biaya penghargaan (<i>appraisal Cost</i>) 1. Inspeksi (<i>inspection</i>) 2. <i>Testing</i> 3. <i>Quality audit</i> 4. Perawatan (<i>maintenance</i>)	Biaya pencegahan (<i>prevention Cost</i>) 1. Perencanaan kualitas 2. Perencanaan proses 3. Proses pengontrolan 4. <i>Training center</i>

Sumber : Jimmy Pangestu. Analisis Pengendalian Biaya Kualitas Didalam membantu Pengambilan Keputusan Tentang Peningkatan Kualitas. *Tugas Akhir, Jurusan Akuntansi Universitas Kristen Petra*, 2001, hal:9

Manfaat dari diketahuinya total biaya kualitas bahwa ia akan menjadi titik tolak bagi pihak manajemen untuk menentukan tindakan dan keputusan yang harus diambil oleh perusahaan selanjutnya. Banyak perusahaan yang tidak mengetahui berapa besar biaya kualitasnya sendiri. Bahkan, dari 82% perusahaan di Amerika yang terlibat dalam program kualitas, hanya 33% yang benar-benar menghitung biaya kualitasnya.

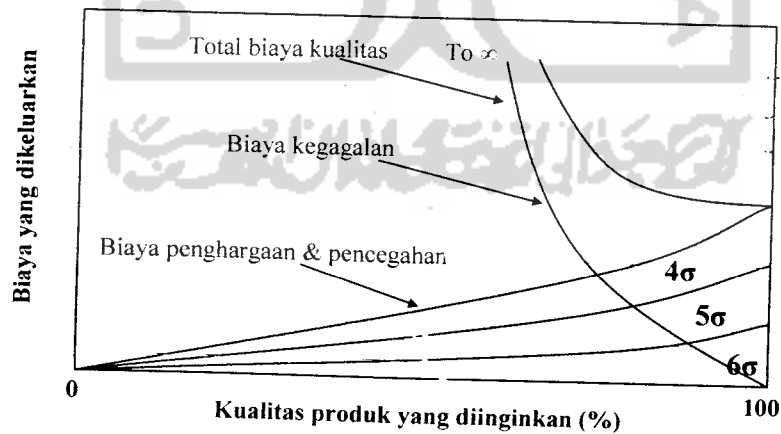
Fenomena terhadap biaya kualitas saat ini berbeda dengan fenomena biaya kualitas dahulu. Gambar 2.1. menunjukkan biaya kualitas model tradisional. Disini biaya pencegahan (*prevention cost*) dan biaya penghargaan (*appraisal cost*) bernilai nol jika tingkat cacat (*defect*) 100%. *Prevention cost* dan *appraisal cost* akan meningkat dan mencapai tak hingga pada saat terjadi kesesuaian. Menurut model tradisional total biaya kualitas akan meningkat ketika kualitas rendah, dan biaya akan turun jika kualitas meningkat.

Perusahaan yang menghasilkan produk cacat dapat menekan biaya kegagalan (*failure cost*) dengan cara menambahkan sedikit biaya pencegahan dan penghargaan (*prevention* dan *appraisal cost*). Dengan demikian terdapat hubungan timbal balik antara biaya kesesuaian (*conformance cost*) dan biaya ketidaksesuaian (*nonconformance cost*) dalam mencapai total biaya terendah. Model ini menggambarkan bahwa perusahaan-perusahaan cenderung tidak akan menghasilkan produk yang benar-benar berkualitas, sebab titik optimum total biaya kualitas terjadi tidak pada saat kualitas kesesuaian mencapai 100%.



Gambar 2.1. Model biaya kualitas tradisional

Pada model biaya kualitas yang baru digambarkan bahwa titik biaya optimum jatuh pada saat kualitas mencapai 100% kesesuaian. Yang berbeda hanyalah adanya pergeseran kesetimbangan antara tingkat cacat dan biaya pengendalian dengan meningkatnya tingkat *sigma*. Semakin tinggi tingkat *sigma* maka tingkat cacat dan biaya kualitasnya juga semakin rendah. Pada Gambar 2.2, tampak bahwa pada tingkatan 4 *sigma* total biaya kualitasnya masih cukup tinggi, namun ketika mencapai tingkatan 6 *sigma*, total biayanya sudah menurun.



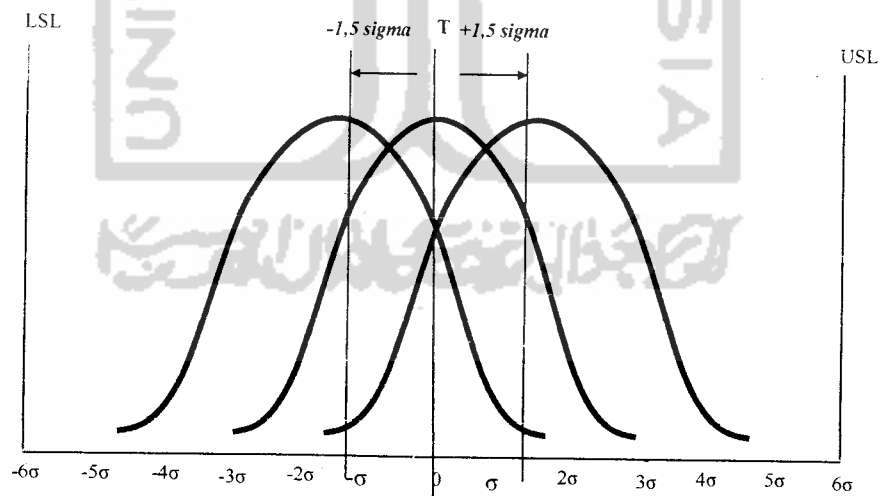
Gambar 2.2. Model biaya kualitas baru

Oleh karena itu, dengan menggunakan pemikiran model biaya kualitas yang baru, maka saat ini banyak perusahaan-perusahaan yang berusaha untuk dapat menghasilkan kualitas kesesuaian yang optimal. Tujuan dari sistem biaya kualitas manapun adalah untuk mengurangi biaya kualitas pada tingkat praktis yang paling rendah. Tingkat ini ditentukan oleh total dari biaya-biaya kegagalan dan biaya penilaian dan pencegahan (Pangestu, 2001).

2.2 Konsep Six Sigma

2.2.1 Konsep Dasar Motorola's Six Sigma

(Crosby, 1986) mendefinisikan *Six Sigma* adalah suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik menuju tingkat kesempurnaan (zero defect-kegagalan nol) atau merupakan estimasi tingkat kesempurnaan proses yang mungkin diperoleh yang didasarkan atas kegagalan per sejuta kesempatan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO).



Keterangan : sigma dalam gambar menunjukkan ukuran variasi dari proses yang stabil mengikuti distribusi normal

Gambar 2.3 Distribusi Normal

Konsep six sigma yang dikemukakan oleh Phillip Crosby tersebut digunakan oleh Motorola dengan target menghasilkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau kesempurnaan 99,9997%. Pendekatan pengendalian proses six sigma Motorola (*Motorola's Six Sigma process Control*) dengan distribusi normal mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (mean) proses bergeser 1,5-sigma dari nilai spesifikasi target kualitas yang diinginkan pelanggan.

Perlu dicatat dan dipahami sejak awal bahwa konsep Six Sigma Motorola dengan pergeseran nilai rata-rata (*mean*) dari proses yang diijinkan sebesar 1,5-sigma ($1,5 \times$ standar deviasi maksimum) dengan target menghasilkan 3,4 DPMO adalah berbeda dari konsep "*True 6-sigma Process*" yang secara teori statistika dihitung berdasarkan distribusi normal terpusat (*normal distribution centered*) yang akan menghasilkan tingkat ketidaksesuaian sebesar 0,002 DPMO (*defects per million opportunities*). Konsep Six Sigma dalam distribusi normal yang umum kita pelajari selama ini tidak mengijinkan adanya pergeseran dalam nilai rata-rata dari proses.

Pendekatan pengendalian proses 6-sigma Motorola (*Motorola's Six Sigma Process Control*) mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (*mean*) setiap CTQ (*Critical To Quality*) individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar t 1,5-sigma, sehingga diestimasikan proses akan menghasilkan 3,4 DPMO (*Defect Per Million Opportunity*). Dengan demikian berdasarkan konsep Six Sigma Motorola, berlaku toleransi penyimpangan: (*mean* - Target) atau $(\mu - T) = 1,5\sigma$ atau $\mu = T \pm 1,5\sigma$. Di sini μ (baca: mu) merupakan nilai rata-rata (*mean*) dari proses, sedangkan σ (baca: sigma) merupakan ukuran variasi proses.

Tabel 2.2 Perbedaan Konsep True 6-sigma dengan Motorola's 6-sigma

True 6-sigma Process (Normal Distribution Centered)			Motorola Company's 6-sigma Process (Normal Distribution Shifted $1,5\sigma$)		
Spec Limit	Percent	DPMO	Spec Limit	Percent	DPMO
± 1 sigma	68.27	317300	± 1 sigma	30.23	697700
± 2 sigma	95.45	45500	± 2 sigma	69.13	308700
± 3 sigma	99.73	2700	± 3 sigma	93.32	66810
± 4 sigma	99.9937	63	± 4 sigma	99.3790	6210
± 5 sigma	99.999943	0.57	± 5 sigma	99.97670	233
± 6 sigma	99.9999998	0.002	± 6 sigma	99.999660	3.4

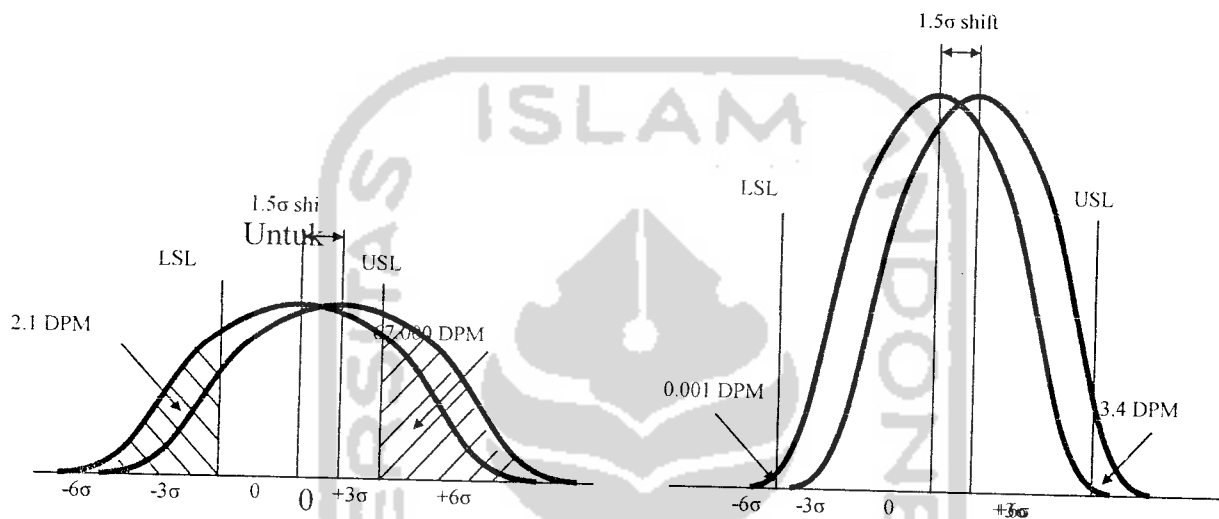
Konsep *six sigma* ini pertama kali dikembangkan oleh Motorola sebagai *pengendalian proses yang berfokus pada kapabilitas*, sehingga perumusan *six sigma* untuk pengendalian proses mengacu pada batas-batas spesifikasi yang ditetapkan oleh bagian desain berdasarkan kebutuhan aktual dari pelanggan.

2.2.2 Kualitas Tiga Sigma (Three Sigma) dan Enam Sigma (Six Sigma)

Six Sigma erat kaitannya dengan kualitas, akan tetapi tidak tepat jika menyamakan *Six Sigma* dengan pengertian kualitas secara tradisional. Kualitas secara tradisional didefinisikan sebagai kesesuaian dengan kebutuhan internal (*Conformance to internal requirements*). Sedangkan *Six Sigma* adalah mengenai kepuasan pelanggan dan menghasilkan keuntungan.

Pandangan terhadap kualitas telah berubah seiring dengan berkembangnya wawasan. Dilihat dari sudut pandang statistik, paradigma kualitas sebelumnya mengatakan bahwa suatu proses dinyatakan mampu jika sebaran naturalnya, ditambah atau dikurangi tiga sigma adalah lebih kecil dari batas toleransi teknis yang ditentukan

yaitu *Upper Specification Limit* (USL) dan *Lower Specification Limit* (LSL). Sedangkan *Six Sigma* mengharuskan batas teknis yang ditentukan berada ditambah atau dikurang enam sigma dari nilai rata-rata proses. Pada Gambar 2.1 terlihat bahwa bila sebaran dipersempit hingga mencapai enam *sigma* dalam toleransi teknis (USL dan LSL), maka cacat (*defect*) yang dihasilkan semakin rendah atau sedikit. Hal ini terjadi karena variasi dalam proses semakin kecil (Douglas, 1996).



Kurva Kapabilitas 3 *sigma*

Kurva Kapabilitas 6 *sigma*

Gambar 2.4 Proses pada 3 *sigma* dan 6 *sigma*

Variasi merupakan musuh dari kualitas. Penyebab utama terjadinya masalah kualitas adalah variasi. Variasi selalu terjadi pada semua proses, variasi tidak dapat dihilangkan, namun variasi dapat dikendalikan dan dikurangi. Variasi produk dari sebuah proses dapat terjadi bila didalam elemen-elemen proses tersebut terdapat banyak perbedaan, baik karena manusia, mesin, metode, material dan lingkungan.

Kualitas dari enam *sigma* (*Six Sigma*) berbeda dengan kualitas dalam tiga *sigma* (*Three Sigma*). Performa tiga *sigma* identik dengan istilah 99% baik, sedangkan enam

sigma identik dengan 99,999666% baik. Berikut beberapa contoh nyata perbedaan performa antara enam sigma dan tiga sigma

Tabel 2.3 Kualitas 99% versus performa Six Sigma

No	Aktivitas	Performa	
		99% (<i>Three Sigma</i>)	<i>Six Sigma</i>
1	Untuk setiap 300.000 surat yang dikirim	3.000 salah alamat	1 salah alamat
2	Untuk setiap 500.000 <i>computer restart</i>	4.100 kali <i>error</i>	< 2 kali <i>error</i>
3	Untuk setiap minggu pada tayangan TV	1.68 jam gangguan	1.8 detik gangguan

Dari tabel terlihat bahwa perbedaan yang terjadi antara proses yang beroperasi pada tingkat 3 *sigma* atau 99% baik dengan proses yang beroperasi pada tingkat 6 *sigma* atau 99,999666% baik, cukup jauh berbeda. Untuk itu pandangan terhadap kualitas harus diperluas, tidak hanya terpaku pada hasil performa 3 *sigma* yang telah dicapai, dimana sebagian besar perusahaan di dunia pada umumnya sekarang beroperasi pada tingkat 3-4 *sigma*

2.2.3 Kelebihan Six Sigma

Beberapa kelebihan yang dimiliki *Six Sigma* diantaranya *Six Sigma* berfokus pada perbaikan kualitas dengan menggunakan pencegahan cacat, pengurangan waktu siklus dan penghematan biaya. *Six Sigma* akan menghapus biaya-biaya yang tidak akan memberikan nilai tambah apapun bagi pelanggan. *Six Sigma* sangat berfokus pada pelanggan (Harry dan Schroeder, 2000).

Program perbaikan kualitas yang lain memang dapat meningkatkan kualitas tetapi pada umumnya dampaknya terhadap pendapatan perusahaan tidak terlalu terlihat. Organisasi atau perusahaan yang tidak dapat melacak efek peningkatan kualitas terhadap profitabilitas tidak akan tahu perubahan apa yang diperlukan untuk mengetahui margin keuntungan mereka.

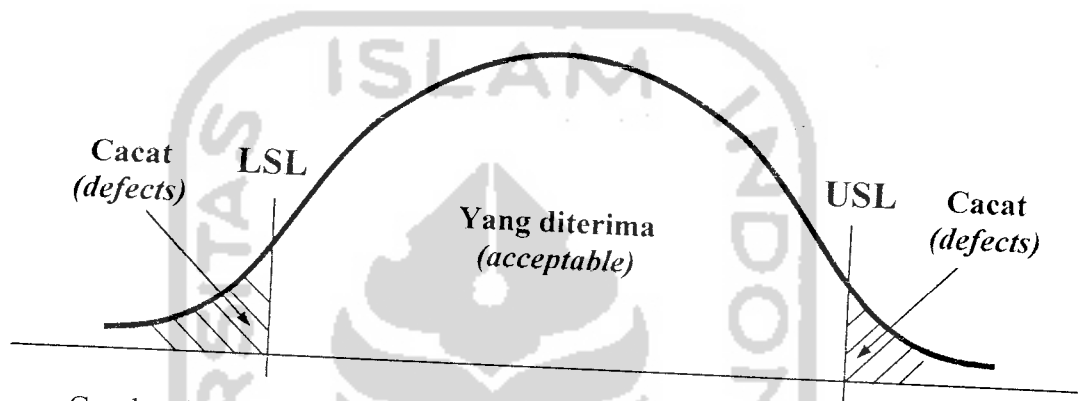
Tools yang ada dalam *Six Sigma* hampir serupa dengan yang digunakan pada strategi peningkatan kualitas lainnya. Akan tetapi *Six Sigma* lebih menekankan aplikasi tools tersebut dalam cara yang lebih metodis dan sistematis untuk dapat memperoleh terobosan dalam perbaikan kualitas, sehingga dapat diterapkan baik dalam industri manufaktur maupun jasa.

(Harry dan Schroeder, 2000) mengatakan bahwa perbedaan antara pendekatan total quality sebelumnya dan konsep *Six Sigma* hanyalah pada masalah fokus. Program TQM (*Total Quality Management*) berfokus perbaikan pada operasi individu dengan proses yang tidak terkait, sedangkan *Six Sigma* berfokus pada membuat perbaikan pada semua operasi dalam sebuah proses. Dampaknya adalah dengan banyaknya program kualitas pada TQM, akan memakan waktu bertahun-tahun sebelum semua operasi dalam proses meningkat, sementara itu *Six Sigma* menghasilkan hasil yang lebih cepat dan efektif.

Dengan menggunakan pendekatan nilai sigma, maka perusahaan akan mendapatkan target yang lebih terukur dan lebih diakui oleh pelanggan.

2.2.4 Variabel Indikator Kemampuan Proses

Semua proses yang berada dalam batas spesifikasi diklasifikasikan sebagai “*acceptable*” sedangkan produk yang berada di luar batas spesifikasi disebut sebagai “*defect*”. *Defect* adalah segala sesuatu yang membuat customer tidak puas. Pada gambar 2.4 menunjukkan sebuah grafik distribusi normal dari sebuah produk yang memiliki batas spesifikasi atas dan bawah beserta “*defect*” dan “*acceptable*”.



Gambar 2.5 Distribusi normal dengan USL, LSL, Defect, Acceptable

Tingkat performa dalam *Six Sigma* juga dinyatakan dalam “*Defect per Million Oppurtunities*” (DPMO) atau cacat per sejuta kemungkinan. Oppurtunity adalah hal-hal terukur yang dapat memberikan kesempatan terjadinya cacat. DPMO mengindikasikan banyaknya kesalahan yang mungkin terjadi jika suatu kegiatan diulang sebanyak sejuta kali (Pande, 2000). Nilai DPMO didapat dengan membagi DPM (*Defect per Million*) dengan jumlah karakter yang *Critical to Quality* (CTQ) atau jumlah *Oppurtunity*. CTQ merupakan persyaratan penting terhadap produk atau jasa yang diinginkan oleh pelanggan. Jumlah karakter CTQ adalah sama dengan jumlah cacat (*defect*) yang mungkin terjadi untuk satu produk atau sama dengan *Oppurtunity*. DPM merupakan wilayah yang berada diluar batas spesifikasi.

Nilai-nilai metrik yang menunjukkan kapabilitas proses dengan DPMO dapat dilihat pada Tabel 2.3 Perusahaan yang tingkat kapabilitas prosesnya 5 dan 6 sigma dikategorikan sebagai “*World Class Company*” atau perusahaan kelas dunia, sedangkan perusahaan yang berada pada tingkat 2 hingga 4 sigma merupakan “*Average Company*” atau perusahaan rata-rata.

Tabel 2.4 Klasifikasi perusahaan disesuaikan dengan nilai sigma

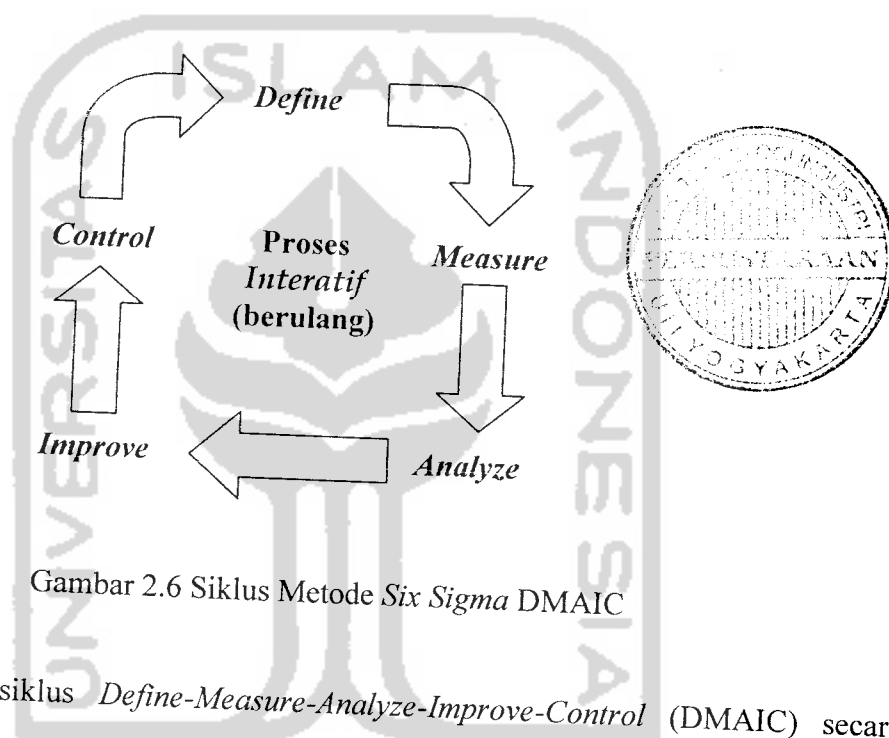
Nilai sigma	DPMO (<i>Defect Per Million Opportunity</i>)	Klasifikasi perusahaan
2	308.537	<i>Average Company</i>
3	66.8	
4	6.210	
5	320	<i>World Class Company</i>
6	3.4	

2.2.5 Aplikasi Six Sigma Dalam Perbaikan Proses

Dalam mengaplikasikan *Six Sigma* sebagai metode perbaikan kualitas, maka diperlukan adanya tahapan-tahapan yang sistematis. Menurut (Harry dan Schroeder, 2000) ada delapan langkah dasar dalam menerapkan *Six Sigma* yaitu Identifikasi (*Recognize*), Definisi (*Define*), Pengukuran (*Measure*), Analisis (*Analyze*), Perbaikan (*Improve*), kontrol (*Control*), Standarisasi (*Standardize*) dan Integrasi (*Integrate*). Akan tetapi kedelapan tahap tersebut dapat diringkas kedalam lima inti langkah yang utama yaitu Definisi (*Define*), Pengukuran (*Measure*), Analisis (*Analyze*), Perbaikan (*Improve*), dan Kontrol (*Control*) atau biasa dikenal sebutan DMAIC. Kelima tahap tersebut bersifat iteratif atau selalu berulang sehingga membentuk siklus, seperti terlihat pada Gambar 2.5 Metodologi perbaikan DMAIC ini merupakan sebuah langkah yang terarah dan

berkesinambungan, dimana antara langkah satu dengan langkah selanjutnya saling terkait sangat erat.

Ada beberapa persamaan antara metode perbaikan kualitas terdahulu yaitu *Plan-Do-Check-Action* (PDCA) dengan *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC) (Pande, 2000). Secara garis besar, *tools* yang pakai adalah sama, hanya saja di dalam DMAIC, *tools* tersebut dapat lebih terarah dan terorganisir pada setiap tahapannya.



Gambar 2.6 Siklus Metode Six Sigma DMAIC

Penjelasan tahap siklus *Define-Measure-Analyze-Improve-Control* (DMAIC) secara singkat meliputi :

a. Penentuan (*Define*)

1. Menentukan siapa pelanggan dan apa keinginannya terhadap produk dan jasa yang dihasilkan.

2. Menentukan harapan pelanggan, tujuan yang ingin dicapai, ruang lingkup proyek, apa yang akan difokuskan dan apa yang tidak.
3. Menentukan proses yang akan diperbaiki dengan merencanakan dan membuat peta proses.

Hasil yang akan diperoleh dari tahap *define* ini antara lain :

1. Pernyataan yang jelas mengenai *improvement* yang akan dilakukan.
2. Peta proses (*Process Map*).
3. Daftar faktor yang penting bagi customer

b. Pengukuran (*Measure*)

1. Ukur kapabilitas sistem pada saat ini.
2. Susun pengukuran yang valid dan handal untuk dapat membantu dalam memonitor perkembangan demi mencapai tujuan yang telah ditetapkan pada tahap sebelumnya.
3. Fokuskan upaya perbaikan yang sedang dilakukan dengan cara mengumpulkan segala informasi atau data dari kondisi yang ada.

Hasil yang diperoleh dari tahap ini adalah :

1. Data dasar pada performa proses pada saat ini.
2. Data yang menunjukkan letak permasalahannya.
3. Pernyataan masalah yang lebih spesifik atau fokus.

c. Analisis (*Analyze*)

1. Identifikasi akar penyebab masalah dan mendukungnya dengan data-data serta dengan menggunakan alat-alat statistik.
2. Analisa sistem agar didapatkan cara bagaimana menghilangkan celah (*gap*) antara proses yang aktual dengan tujuan yang ingin dicapai.

Hasil dari tahap ini adalah serangkaian teori yang telah teruji dan terkonfirmasi berdasarkan data aktual yang telah dianalisa.

d. Perbaikan (*Improve*)

1. Mengimplementasikan atau mencoba melaksanakan solusi terhadap akar masalah yang ada.

Hasil dari tahap ini adalah tindakan yang sudah teruji dan terencana yang harus mampu mengurangi bahkan menghilangkan akar masalah yang sudah teridentifikasi.

e. Kontrol (*Control*)

1. Mengevaluasi solusi dan rencana, menjaga upaya-upaya yang telah dilakukan dengan menstandarisasi proses, dan juga memonitor langkah-langkah perbaikan.

Hasil dari tahap ini adalah :

1. Analisa sebelum dan sesudah.
2. Sebuah sistem monitoring.
3. Dokumentasi hasil, pembelajaran, dan rekomendasi yang lengkap

2.2.6 Tools Dalam Six Sigma

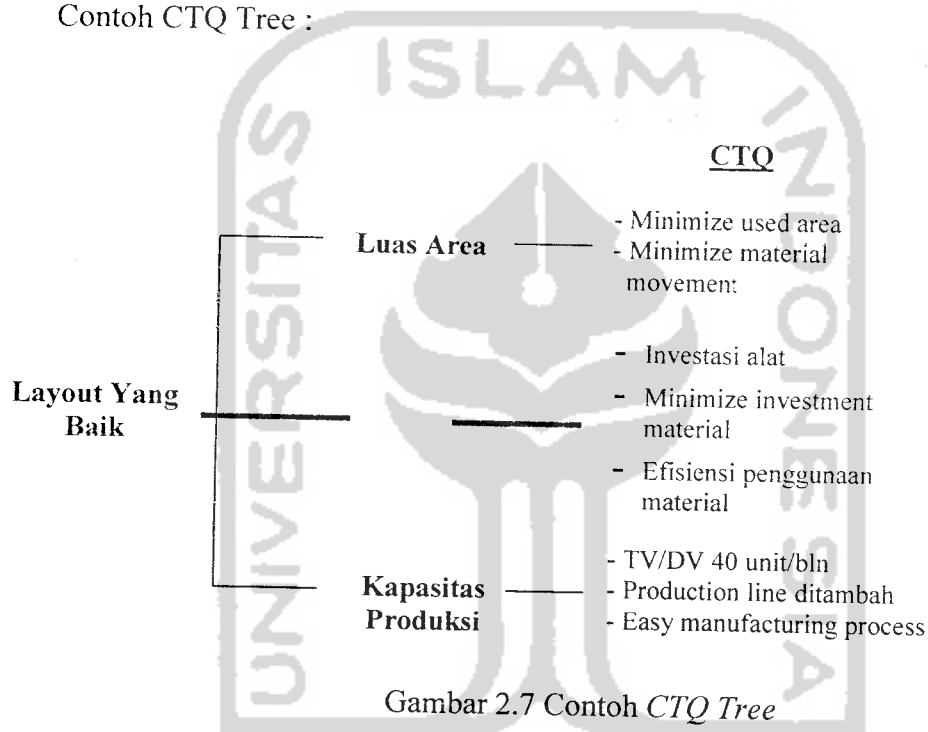
Salah satu dari pengertian *Six Sigma* adalah *Six Sigma* sebagai *tools*. Didalam *Six Sigma* banyak menggunakan *tools* perbaikan yang sebenarnya telah diterapkan pada program peningkatan kualitas sebelumnya. Akan tetapi ada beberapa *tools* dalam *Six Sigma* yang lebih komprehensif yang dapat digunakan untuk menganalisa masalah yang lebih kompleks. *Tools* yang ada untuk menerapkan *Six Sigma* dibagi secara sistematis menurut lima tahap siklus DMAIC, yaitu :

- Pada tahap *Define*, *tools* yang dipakai adalah *CTQ Tree*, *Project Charter*, *SIPOC* (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*) dan *Operation Chart*.
- Pada tahap ini juga digunakan *tool Pareto Chart* yang digunakan untuk mendukung penetapan pokok masalah.
- Tahap *Measure*, *tools* yang dipakai meliputi *Gage R & R*, dan perhitungan sigma.
- Pada tahap *Analyze*, *tools* yang dipakai terutama *FMEA* (*Failure Mode & Effect Analysis*), dan *Fishbone Diagram*.
- Tahap *Improve*, menggunakan *tools PICA* (*Problem Identification & Corrective Action*).
- Terakhir tahap *Control*, *tools* yang dipakai adalah *Control Chart*, *Mistake Profing*.

2.2.6.1 CTQ Tree

Tools ini digunakan untuk mengidentifikasi proses atau produk yang akan diperbaiki untuk menterjemahkan permintaan customer. Biasanya bentuknya hanya terdiri dari turunan masalah atau *breakdown* dari semua masalah sampai tercapai atau teridentifikasi masalah yang sesungguhnya guna memenuhi keinginan customer.

Contoh CTQ Tree :



2.2.6.2 SIPOC (Supplier-Input-Proses-Output-Customer)

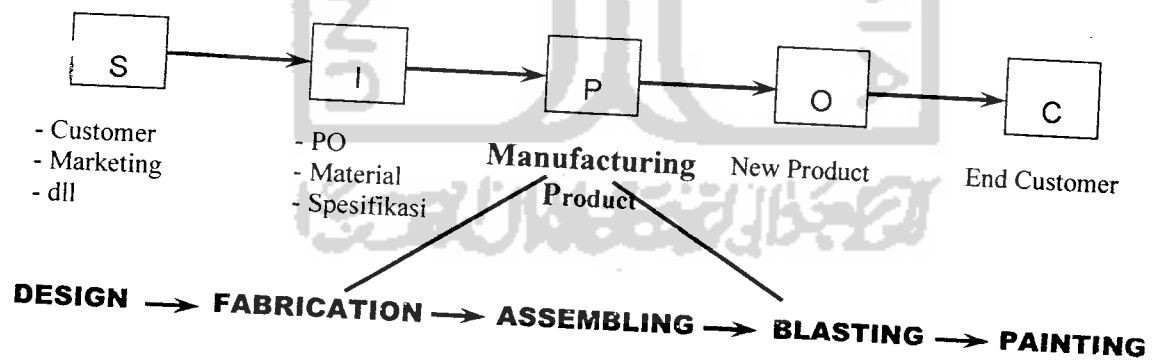
SIPOC adalah sebuah peta proses yang didalamnya teridentifikasi siapa pemasoknya (*supplier*), apa input-nya, bagaimana prosesnya, apa hasilnya dan siapa saja pemakainya. Kualitas ditentukan oleh output yang dihasilkan, untuk itu output yang dihasilkan harus ditingkatkan dengan menganalisa input dan variabel-variabel yang ada

didalamnya. SIPOC merupakan *tool* yang sangat efektif. SIPOC dapat memastikan bahwa semua orang akan melihat proses dalam cara pandang yang sama. Untuk itulah SIPOC harus ada pada tahap awal proyek. Proses dipetakan menjadi beberapa langkah, kemudian analisa mulai dijalankan dari kiri ke kanan, yaitu dari pelanggan (*customer*) ke pemasok (*supplier*).

Langkah-langkah proses mapping :

1. Menamakan proses.
2. Membuat batasan titik awal dan akhir proses.
3. Membuat daftar output dan pelanggan.
4. Membuat daftar input dan pemasok.
5. Identifikasi, beri nama dan urutkan langkah-langkah yang ada dalam proses.

Contoh diagram Process Map :



Gambar 2.8 Contoh SIPOC

2.2.6.3 FMEA (*Failure Modes and Effect Analysis*)

Failure Modes and Effect Analysis adalah salah satu tools analisa yang sangat komperhensif. FMEA merupakan suatu prosedur yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menilai resiko yang berhubungan dengan sumber potensial kegagalan produk atau proses. Dengan mengidentifikasi resiko, sumber daya dapat dialokasikan untuk mengurangi atau menghilangkan kegagalan (*failure*).

Langkah-langkah dalam membuat FMEA adalah (Rath, 2000) :

1. Identifikasi *Potensial Failure Modes*.
Potensial Failure Modes adalah bentuk kegagalan dari produk, jasa atau proses.
2. Identifikasi *Potensial Modes Effect* dari tiap kegagalan dan dihitung *severity*.
 - a. *Potensial Effect* adalah dampak yang ditimbulkan bila *Failure Mode* tidak dicegah.
 - b. *Severity* adalah signifikan dampak yang ditimbulkan oleh potensial effect baik internal maupun eksternal.
3. Identifikasi *Causes* dan hitung *Occurence*.
 - a. *Causses* adalah kekurangan (*deficiency*) yang mengakibatkan kegagalan (*failure*)
 - b. *Occurance* adalah bagaimana kemungkinan sebab dari failure modes akan terjadi
4. Hitung Kemampuan untuk mendeteksi tiap failure modes (*detection*)

5. Kalikan ketiga angka yang ada, yaitu *Severity*, *Ocurance*, *Detection* untuk mendapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*)

$$RPN = SEV \times OCC \times DET \dots\dots\dots(2.1)$$

RPN adalah perhitungan numerik dari resiko relatif dari suatu kegagalan. RPN digunakan untuk memberikan prioritas pada item mana yang membutuhkan tindakan perbaikan segera.

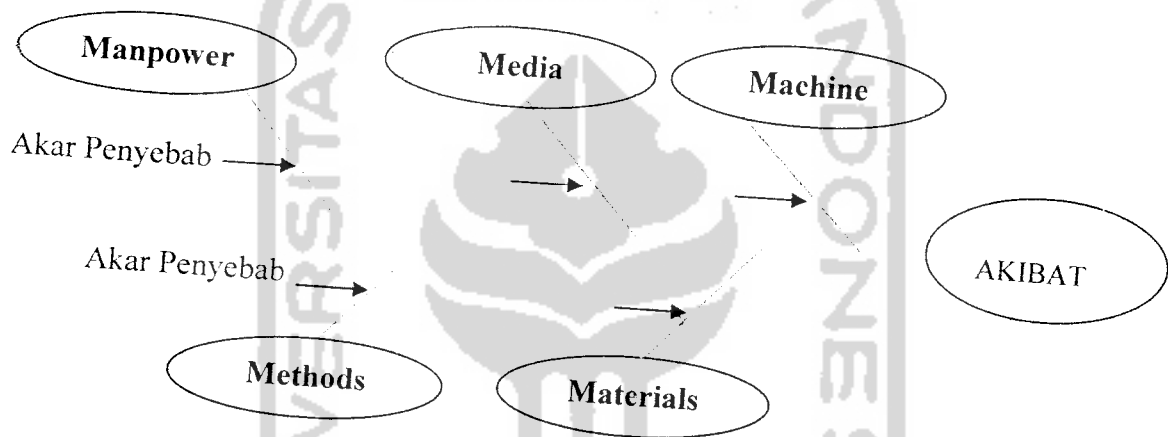
2.2.6.4 Fishbone Diagram

Fishbone Diagram atau diagram tulang ikan sering juga disebut juga sebagai diagram Ishikawa, sebab yang pertama kali menemukan metode ini adalah Kaoru Ishikawa. Diagram tulang ikan adalah sebuah diagram yang menggambarkan hubungan antara karakteristik kualitas dengan berbagai faktor. Tool ini merupakan salah satu tools yang paling sering digunakan dalam perbaikan kualitas. Tool ini digunakan hanya untuk mengidentifikasi sebab dan akibat yang di timbulkan .

Untuk membuat diagram ini, pertama tentukan karakter kualitas atau masalah atau tujuan pada bagian “kepala” ikan. Kemudian identifikasi faktor-faktor yang memiliki hubungan dengan masalah tersebut, biasanya faktor tersebut terbagi kedalam enam kategori utama, yang meliputi material, mesin, alam, pengukuran, metode, dan manusia. Kategori utama ini akan membantu untuk memicu ide dalam menentukan lebih lanjut sebab-sebab detil yang ada pada tiap faktor tersebut. Untuk mendapatkannya sering kali digunakan pendekatan *brainstorming*, yaitu suatu metode yang mengumpulkan pendapat

dari orang-orang yang dianggap ahli di bidangnya untuk menemukan penyebab dari permasalahan yang sedang dihadapi (Gaspersz, 2002).

Untuk mengilustrasikan pada sebuah diagram hubungan antara sebab dan akibat, kita ingin mengetahui sebab dan akibat dalam bentuk yang nyata. Oleh karenanya, akibat=karakteristik mutu dan sebab=faktor. Gambar 2.9 "disebut gambar sebab-akibat". Dalam praktek umum, faktor harus ditulis lebih rinci untuk membuat diagram menjadi bermanfaat (Kaoru Ishikawa, 1985).



Gambar 2.9 Contoh Diagram Tulang Ikan

Faktor yang termasuk dalam permasalahan mutu pada pabrik kita hampir tidak terhitung. Diagram sebab-akibat berguna untuk membantu kita dalam memilih penyebab penyebaran dan mengorganisasikan hubungannya.

2.2.6.5 PICA (*Problem Identification and Corrective Action*)

PICA adalah tools yang digunakan dalam metode *Six Sigma* yaitu pada tahap perbaikan (*Improve*). PICA berbentuk tabel yang isinya diperoleh dari hasil FMEA yang

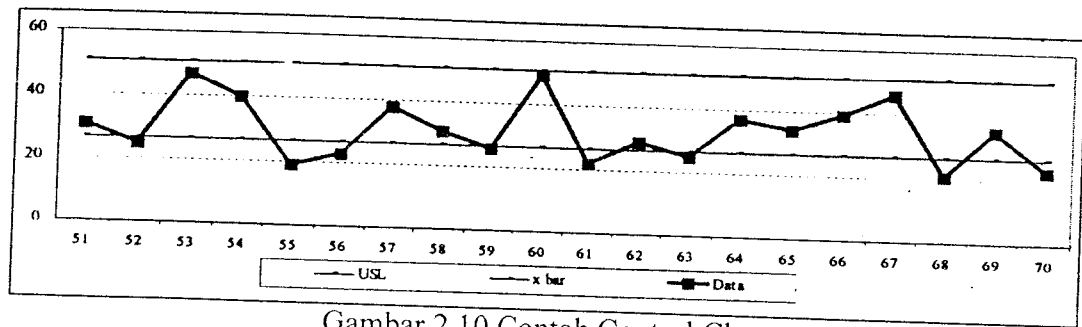
memiliki RPN tertinggi atau yang berwarna merah. Hasil yang akan diperoleh oleh PICA adalah berupa usulan-usulan kegiatan perbaikan terhadap sebab-sebab masalah yang sudah diidentifikasi sebelumnya.

Tabel 2.6 Contoh Tabel PICA

No.	Masalah	Perbaikan	Mengapa	Bagaimana	Kapan	Biaya	Dimana	PIC

2.2.6.6 Control Chart (Grafik Kontrol)

Grafik kontrol adalah grafik yang secara khusus memberi kita informasi dalam dua dimensi, distribusi proses (rata-rata dan varian) dan kecenderungan proses. (Rath, 2000). *Control Chart* dapat digunakan untuk memonitor dan mendeteksi perubahan-perubahan yang terjadi pada proses yang diakibatkan oleh variasi sebab khusus (*Special Cause Variation*). *Control Chart* terjadi dari beberapa jenis, seperti control chart p, np, Xbar-R dan lain-lain. Jenis control chart yang dipakai harus disesuaikan dengan jenis data yang ada.



Gambar 2.10 Contoh Control Chart

Grafik Kontrol (Control Chart) dapat dibedakan menjadi 2 :

1. Grafik kontrol untuk data Atribut (Diskrit)
2. Grafik kontrol untuk data variabel (kontinuous)

- Grafik kontrol untuk data Atribut

Grafik kontrol atribut digunakan untuk proporsi dan data hitungan. Khususnya, grafik kontrol atribut digunakan untuk mengukur proporsi kerusakan atau ketidaksesuaian dari item-item hasil proses yang sedang diinspeksi

a. P Chart (Peta kontrol p)

P chart digunakan jika ingin memonitor proporsi item yang memiliki karakteristik tertentu. P chart biasanya digunakan untuk menggambarkan proporsi produk atau transaksi yang tidak memenuhi syarat.

Karakteristik p chart adalah:

1. Garis Tengah: rata-rata nilai p sampel, simbolnya adalah \bar{P} .

$$2. \text{ UCL} : \bar{P} + 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

$$3. \text{ LCL} : \bar{P} - 3 \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

b. Peta kontrol individual \bar{x} dan MR (Moving Range) untuk data variabel

Peta kontrol jenis ini menggunakan ukuran sampel satu ($n=1$). Peta kontrol ini digunakan ketika tidak layak menggunakan rata-rata untuk kontrol proses karena beberapa alasan, diantaranya pengamatan mahal untuk dilakukan, output terlalu homogen selama interval waktu pendek, tingkat produksi lambat dan interval antara pengamatan berurutan panjang, dan sebagainya.

Peta kontrol individual \bar{x} dan MR (Moving Range) diterapkan pada proses yang menghasilkan produk yang relatif homogen (misal cairan kimia), kandungan mineral dari air atau makanan, kasus-kasus dimana inspeksi 100% digunakan (Gaspersz, 1998).

- Peta kontrol \bar{x} :

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum \text{pengukuran}}{\sum \text{sampel}}$$

$$\text{UCL} = \bar{\bar{x}} + E_2 \cdot \text{MR}$$

$$= \bar{\bar{x}} + 2,66 \cdot \text{MR}$$

$$\begin{aligned} LCL &= \bar{x} - E_2 .MR \\ &= \bar{x} - 2,66.MR \end{aligned}$$

- Peta Kontrol *MR* :

$$\overline{MR} = \frac{\sum MR}{\text{jumlahan_MR}}$$

$$\begin{aligned} UCL &= D_4 . \overline{MR} \\ &= 3,267 . \overline{MR} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LCL &= D_3 . \overline{MR} \\ &= 0 . \overline{MR} \end{aligned}$$

2.2.7 Analisis DPMO Dan Tingkat Sigma

a. Analisis DPMO dan tingkat sigma untuk data atribut

Rumus perhitungan DPMO (Gaspersz, 2002):

$$= \left\{ \frac{\sum \text{Output_cacat}}{\sum \text{Output_diperiksa} \times \text{CTQ_Potensial}} \right\} \times 1.000.000$$

Adapun rumus perhitungan tingkat sigma untuk data atribut yang digunakan dalam program Microsoft Excel adalah seperti berikut (Gaspersz, 2002):

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

b. Analisis DPMO dan tingkat sigma untuk data variabel

Untuk pengendalian dengan satu batas spesifikasi atas (USL), formula perhitungan yang digunakan dalam program Microsoft Excel adalah seperti berikut (Gaspersz, 2002) :

$$\text{DPMO} = 1000000 - \text{normsdist}(\text{abs}(\text{USL} - X) / S) * 1000000$$

Sedangkan formula perhitungan DPMO untuk pengendalian dengan dua batas spesifikasi atas dan bawah (USL dan LSL) yang digunakan dalam program Microsoft Excel adalah seperti (Gaspersz, 2002):

$$\text{DPMO} = 1000000 - \text{normsdist}((\text{USL} - X) / S) * 1000000 + \text{normdist}((\text{LSL} - X) / S) * 1000000$$

Adapun rumus perhitungan tingkat sigma untuk data variabel sama dengan rumus perhitungan tingkat sigma untuk data atribut.

2.2.8 Analisis Kapabilitas Proses

Process Capability atau kapabilitas proses adalah suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan produk relatif sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan (Pyzdek, 2002). Kapabilitas proses juga merupakan suatu ukuran atau gambaran mengenai keseragaman proses (*process variation*). Kapabilitas proses biasa digunakan apabila diperlukan pengukuran performansi dari suatu proses secara numerik, serta digunakan pada proses yang telah dianalisa dengan menggunakan peta kontrol. Dalam

konteks pengendalian proses statistikal, penting juga untuk mengetahui bagaimana suatu proses itu *bervariasi* dalam menghasilkan output sehingga dapat diambil tindakan-tindakan perbaikan terhadap proses itu secara tepat. *Variasi* adalah ketidakseragaman dalam sistem produksi atau operasional sehingga menimbulkan perbedaan dalam kualitas pada output yang dihasilkan (Gaspersz, 1998).

Untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam kondisi stabil dan mampu, maka dibutuhkan alat-alat atau metode statistika sebagai alat analisis seperti berikut:

a. Analisis kapabilitas untuk data atribut

Data atribut sering berbentuk kategori atau klasifikasi seperti baik atau jelek, sukses atau gagal, hasil bebas cacat langsung atau dikerjakan ulang (*rework*) dan lain-lain. Data atribut mengikuti pola distribusi binomium, sehingga analisis kapabilitas proses menggunakan alat-alat *Six Sigma* seperti penentuan indeks C_{pm} dan C_{pmk} tidak dapat diterapkan (Gaspersz, 2002).

Khusus untuk data atribut, analisis kapabilitas proses dilakukan dengan menggunakan hasil analisis DPMO dan tingkat sigma sebagai ukuran kemampuan proses yang sesungguhnya, sekaligus merupakan baseline kinerja untuk peningkatan selanjutnya. Selanjutnya analisis untuk data atribut harus dilakukan menggunakan diagram pareto untuk mengetahui CTQ potensial apa yang paling besar atau paling tinggi menimbulkan kegagalan.

b. Analisis kapabilitas untuk data variabel

1. Batas-batas pengendalian proses yang memiliki 2 batas spesifikasi pada tingkat sigma tertentu berdasarkan konsep *Six Sigma Motorola* (Gaspersz, 2002):

$$S_{maks} = \left\{ \frac{1}{2 \times \text{Nilai_sigma}} \right\} \times (USL - LSL)$$

$$UCL = T + (1,5 \times S_{maks})$$

$$LCL = T - (1,5 \times S_{maks})$$

2. Batas-batas pengendalian proses yang memiliki 1 batas spesifikasi pada tingkat sigma tertentu berdasarkan konsep *Six Sigma Motorola* (Gaspersz, 2002):

$$S_{Maks} = \left\{ \frac{1}{\text{Nilai_Sigma}} \right\} \times |SL - T|$$

$$CL = T \pm (1,5 \times S_{Maks})$$

3. Analisis kapabilitas proses yang memiliki 2 batas spesifikasi (Gaspersz, 2002):

$$C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6\sqrt{(X - T)^2 + S^2}}$$

- Jika $C_{pm} \geq 2,00$; berarti proses sangat mampu memenuhi spesifikasi target kualitas yang ditetapkan oleh pelanggan dengan tingkat kegagalan mendekati nol (*zero defect*)

- Jika $1,00 \leq C_{pm} < 2,00$; berarti proses berada antara tidak sampai cukup mampu, sehingga perlu peningkatan proses guna menuju target kegagalan nol (*zero defect*).
- Jika $C_{pm} < 1,00$; maka status proses industri dianggap sangat tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol (*zero defect*).

2.2.9 Tinjauan Keberhasilan Penerapan *Six Sigma* pada Industri-industri Manufaktur

Dengan melihat pengaruh *Six Sigma* terhadap beberapa perusahaan papan atas, maka dapat dipahami bagaimana *Six Sigma* dapat mempengaruhi bisnis perusahaan yang lain. Dengan berusaha mengkaitkan beberapa hasil tersebut dan juga akan meninjau sejarah yang telah membawa *Six Sigma* ke garis depan.

a. *Six Sigma* di Motorola, Inc.

Motorola mempelajari kualitas dengan cara yang sulit: terus-menerus kalah dalam pasar yang kompetitif. Saat perusahaan Jepang mengambil alih Motorola, perubahan yang drastis dalam menjalankan perusahaan dijalankan. Pada saat itu mereka memproduksi televisi dengan jumlah kerusakan satu televisi rusak dibanding dua puluh yang baik. Akhirnya bahkan eksekutif Motorola sendiri mengakui “kualitas kita rendah” dan mereka memutuskan untuk menekuni kualitas secara serius (Pyzdek, 2002).

Dewasa ini Motorola dikenal di seluruh dunia sebagai pemimpin kualitas. Untuk pencapaian kualitas dan tujuan pemenuhan kepuasan pelanggan sepenuhnya, Motorola berkonsentrasi pada beberapa inisiatif operasional kunci. Pada daftar paling atas adalah

“Kualitas Six Sigma”. Selain Motorola telah menghemat sebesar \$ 2,2 Milyar dalam lima tahun setelah *Six Sigma* diimplementasikan.

b. Six Sigma di General Electric (GE)

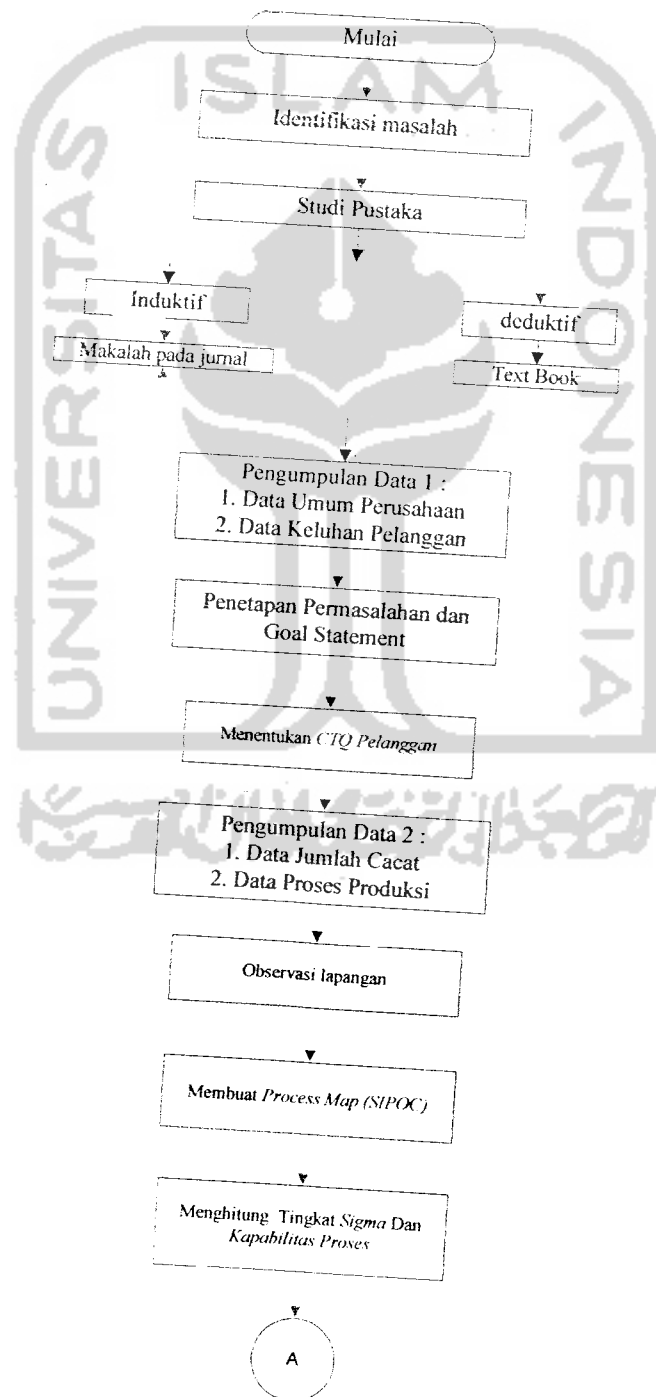
Menurut Business Week, tiga tahun setelah mendorong *Six Sigma* GE berjalan pada tingkat Sigma tiga ke empat. Mereka menghasilkan antara \$ 8 juta sampai \$12 juta dalam ketidakefisienan dan kehilangan produktivitas namun investasi yang besar tetap dilakukan dalam melatih secara intensif puluhan ribu karyawan, dengan jumlah pelatihan yang selalu meningkat tiap tahun, dalam suatu metodologi bermuatan statistic, dengan satu visi : kualitas.

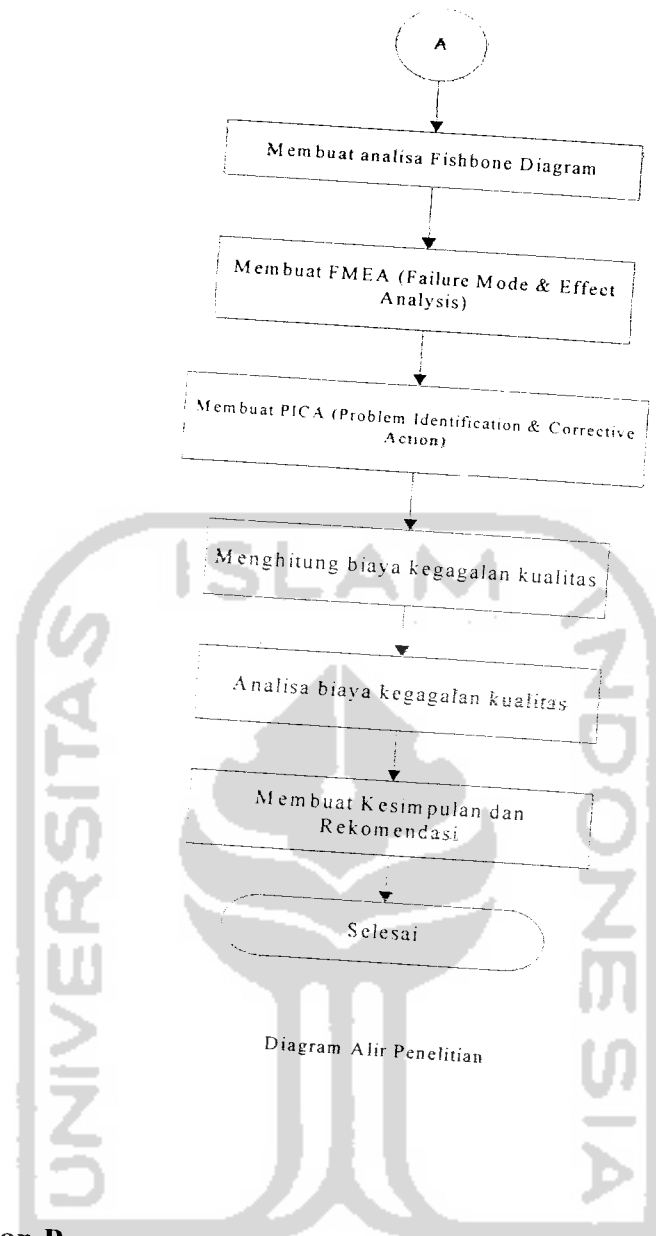
Inisiatif ini telah menjadi sukses yang sangat mengagumkan. Pada tahun 1997, Six Sigma menghasilkan \$320 juta dalam perolehan produktifitas dan laba, dua kali lebih besar daritujuan semula yang bernilai \$ 150 juta. Dan pada tahun 1999 mereka menghasilkan \$ 2 milyar. “Six Sigma telah menyebar bagai lautan api yang sulit dipadamkan di seluruh perusahaan, dan ini mengubah sesuatu yang kita perbuat.” ujar CEO Jack Welch (Pyzdek, 2002).

BAB III

Metodologi Penelitian

Langkah-langkah penelitian perlu disusun secara baik untuk mempermudah penyusunan laporan penelitian ini. Adapun langkah-langkah dapat dipresentasikan sebagai berikut :





3.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Proses ini dilakukan untuk merumuskan masalah yang maknanya merumuskan butir-butir yang lebih atau sudah jelas dan sistimatis atas permasalahan yang diungkapkan, dilatar belakang masalah. Identifikasi ini diperlukan supaya rumusan masalah dan judul penelitian saling berkaitan.

Metode ini dilakukan dengan mengadakan wawancara secara langsung dengan pihak-pihak pada perusahaan yang berkompeten (khususnya QC) dan pihak-pihak di bidang lain yang akan diteliti, terutama bagian proses produksi.

b. Observasi

Metode ini dilaksanakan dengan mengadakan pengamatan secara langsung ke lapangan dan mencatat secara langsung data-data yang dibutuhkan khususnya terhadap proses produksi.

c. Pencatatan tidak langsung

Yaitu dengan mencatat data-data *history* yang dimiliki perusahaan sebagai tambahan referensi. Data ini membantu dalam hal analisis.

2. Study Pustaka (*Library Research*)

Study pustaka dilakukan dengan mempelajari buku-buku referensi yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang akan dibahas atau dengan sumber lain, misal internet. Tujuannya adalah untuk memperoleh landasan-landasan teori yang kuat untuk digunakan dalam analisis kasus sehingga penelitian yang dilakukan tidak keluar dari kaidah-kaidah yang telah ditetapkan dan agar penelitian lebih terarah dengan adanya referensi yang cukup.

Identifikasi data yang diperlukan antara lain:

a. *Data Atribut*

3.2 Studi Pustaka

Ada dua macam studi pustaka yang dilakukan yaitu studi pustaka induktif dan deduktif. Kajian induktif adalah kajian pustaka yang bermakna untuk menjaga keaslian penelitian, dan bermanfaat bagi peneliti untuk menjadi kekinian topik penelitian. Kajian ini diperoleh dari jurnal, proseding, seminar, majalah dan lain sebagainya. Pada kajian induktif, dapat diketahui perkembangan penelitian, batas-batas dan kekurangan penelitian terdahulu. Disamping itu dapat diketahui perkembangan metode-metode mutakhir yang pernah dilakukan peneliti lain. Kajian deduktif membangun konseptual yang mana fenomena-fenomena atau parameter-parameter yang relevan disistematika, diklasifikasikan dan dihubung-hubungkan sehingga bersifat umum. Kajian deduktif merupakan landasan teori yang dipakai sebagai acuan untuk memecahkan masalah penelitian.

3.3 Pengumpulan Data

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, digunakan metode pengumpulan data yang telah lazim digunakan, yaitu:

1. Study Lapangan (*Field Research*)

Metode ini dilakukan langsung ke perusahaan tempat dilakukan penelitian. Metode digunakan untuk mendapatkan data-data primer ini yang lebih terinci untuk menunjang penelitian ini.

Dilakukan dengan cara / teknik, antara lain :

a Wawancara (*Interview*)

Yaitu data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari data atribut karakteristik kualitas yang dibutuhkan dari penelitian ini adalah : Jumlah kesalahan pada proses painting (pengecatan), kecacatan pada tiap satuan dan periode produk serta banyaknya jenis cacat pada produk. Data ini biasanya didapat dalam bentuk unit-unit *non konformans* atau ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan.

b. Data Variabel

Yaitu merupakan data kuantitatif yang diukur untuk keperluan analitis. Contoh dari data variabel karakteristik dalam penelitian ini adalah : suhu pada proses painting, tingkat kebisingan, temperatur lingkungan kerja serta data-data variabel lain yang akan dibutuhkan dalam penelitian ini.

c. Data Produksi

1. Yaitu data-data yang berkaitan dengan proses produksi, sistem produksi dan aliran produksi, seperti : data produk alat-alat masak (cookware), data kebutuhan konsumen, dan data keluhan konsumen terhadap produk.

3.4 Pengumpulan Data 1

Pengumpulan data 1 dilakukan dalam perusahaan, dimana dalam hal ini data yang akan di ambil berkaitan dengan masalah penelitian adalah berupa data umum perusahaan data keluhan pelanggan. Data keluhan yang diperoleh dari pelanggan dijadikan indikasi apa yang menjadi sebab ketidakpuasan pelanggan. Ini penting bagi perusahaan agar tidak

kehilangan pelanggannya. Penentuan produk yang akan diteliti atau dilakukan perbaikan kualitas adalah produk yang pada saat awal penelitian mendapat keluhan dari pelanggan.

3.5 Penetapan Permasalahan Dan *Goal Statement*

Tahapan ini akan berbeda dengan identifikasi masalah karena tahapan ini sudah spesifik ke dalam permasalahan yang lebih kecil areanya, yaitu pada internal produk. *Problem statement* berisi deskripsi masalah yang ada saat ini dari produk yang direkomendasikan untuk segera dilakukan perbaikan. Sedangkan *goal statement* akan mendefinisikan tujuan akhir dari *improvement* yang ingin di capai.

3.6 Penentuan CTQ

Penentuan CTQ sangat penting dilakukan. Penentuan CTQ didasarkan dari data keluhan, yang merupakan terjemahan definisi VOC secara kuantitatif. VOC digunakan untuk mengetahui keinginan pelanggan, persepsi maupun pendapat mereka mengenai produk. Ini akan di jadikan dasar untuk :

- a. Menentukan produk/pelayanan yang akan di tawarkan.
- b. Mengidentifikasi spesifikasi dan fungsi yang kritikal untuk produk/ *service* tersebut.
- c. Menentukan dimana perbaikan di fokuskan.
- d. Mendapatkan dasar pengukuran kepuasan pelanggan terhadap proses perbaikan.
- e. Mengidentifikasi kunci dari kepuasan pelanggan.

Dalam proses ini alat yang akan digunakan adalah *CTQ tree*, karena dengan *CTQ tree* akan dapat menerjemahkan keinginan pelanggan yang luas kedalam CTQ yang lebih spesifik, memastikan teridentifikasinya semua aspek keinginan pelanggan.

3.7 Pengumpulan Data 2

Setelah mengetahui produk yang akan diperbaiki berdasarkan data keluhan pelanggan, langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan produk tersebut. Data-data tersebut akan dijadikan dasar dalam proses perbaikan. Adapun data yang diambil pada pengumpulan data 2 adalah data jumlah cacat dan data proses produksi. Data jumlah cacat akan di ambil pada inspeksi akhir yang dikenakan pada produk tersebut. Data cacat tersebut digunakan untuk mengukur tingkat *Sigma* saat ini. Sedangkan data proses produksi digunakan untuk menganalisa kesalahan proses produksi dan dijadikan dasar perbaikan proses.

3.8 Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui keadaan sesungguhnya pada rantai produksi, sehingga dapat mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses produksi itu sendiri. Di situ akan terlihat faktor dominan yang berpengaruh terhadap ketidaksesuaian dengan kualitas yang diharapkan. Observasi lapangan juga dilakukan untuk mendapatkan data cacat produk yang diteliti, beserta penyebabnya. Selain itu juga akan didapatkan data proses produksi dari produk tersebut.

3.9 Pembuatan SIPOC

SIPOC dipakai agar semua orang, khususnya peneliti, untuk dapat memastikan bahwa semua orang akan melihat proses dalam cara pandang yang sama. Di dalamnya akan memuat:

- a. *Supplier* adalah pihak-pihak yang menyediakan *in put* ke dalam proses.
- b. *In put* adalah data/dokumen/bahan baku yang dibutuhkan dalam proses.
- c. *Process* adalah aktivitas untuk memenuhi segala sesuatu yang diinginkan pelanggan.
- d. *Out put* adalah informasi/produk/hasil yang diinginkan pelanggan.
- e. *Costumer* adalah pihak-pihak yang menggunakan/mengharapkan sesuatu dari proses kita.

3.10 Perhitungan Tingkat *Sigma* Produk

Perhitungan *Sigma* dilakukan dengan tujuan agar diperoleh suatu nilai *metric* yang mampu menunjukkan performa dari suatu proses dalam menghasilkan produk yang baik, dan juga akan dijadikan tolak ukur penentuan perbaikan yang harus dilakukan.

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menghitung nilai *sigma* adalah :

1. Tentukan jumlah unit yang akan diukur atau diperiksa (Unit = U)
2. Tentukan jumlah karakteristik yang akan diperiksa atau diukur (Oppurtunity = Opp).
3. Hitung jumlah cacat yang ada pada unit yang diperiksa (Defect = D).
4. Menghitung nilai *sigma* dengan rumus :

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Unit} \times \text{Peluang}} = \frac{D}{TOP} = \frac{D}{U \times OP}$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

Dari hasil nilai DPMO dikonversikan dengan tabel untuk mendapatkan nilai *Sigma* dan dengan interpolasi jika hasil DPMO tidak tepat dengan nilai *Sigma* dalam tabel

3.11 Pembuatan Diagram Tulang Ikan

Pembuatan diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*) untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya masalah utama, ini juga dapat di gunakan sebagai dasar pembuatan (FMEA).

3.12 Pembuatan FMEA

Pembuatan FMEA untuk memperoleh akar-akar penyebab yang lebih detail dan efek yang di timbulkan, baik terhadap pelanggan maupun terhadap proses internal.

3.13 Penyusunan PICA

Penyusunan PICA (*Problem Identification and Corrective Action*) untuk menunjukkan tindakan-tindakan perbaikan yang perlu dilakukan. Dalam penelitian, ini adalah bagian daripada usulan yang akan di berikan kepada perusahaan, akan tetapi tidak harus diimplemetasikan, ini berkaitan dengan kebijakan perusahaan tempat penelitian.

3.14 Menghitung Biaya Kegagalan Kualitas

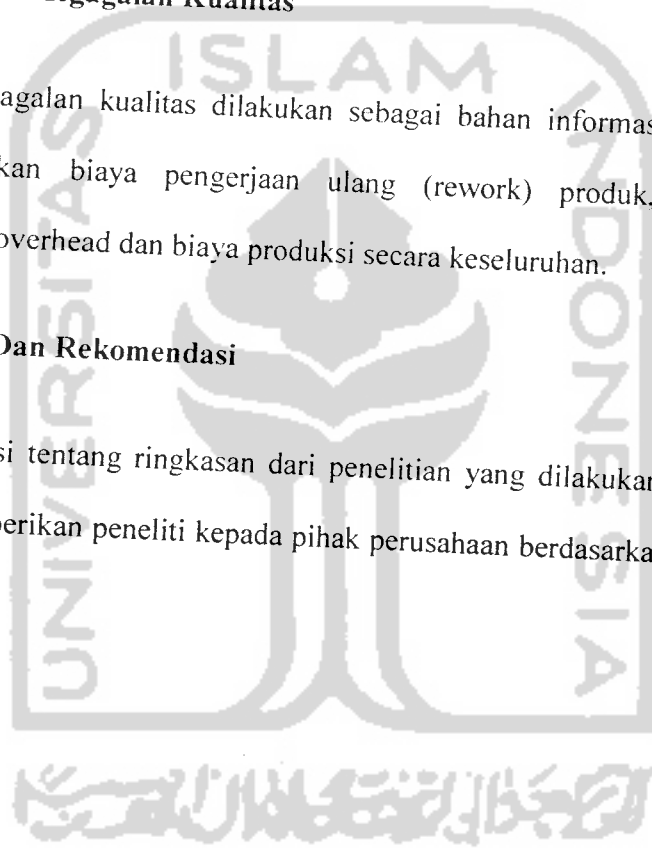
Pada tahap ini berisi tentang perhitungan biaya kegagalan kualitas yang dikeluarkan oleh perusahaan. Perhitungan biaya kualitas dilakukan agar perusahaan dapat mengetahui besarnya biaya kegagalan kualitas yang harus dikeluarkan pada periode tertentu.

3.15 Analisa Biaya Kegagalan Kualitas

Analisa biaya kegagalan kualitas dilakukan sebagai bahan informasi agar perusahaan dapat meminimalkan biaya pengerjaan ulang (rework) produk, sehingga dapat menurunkan biaya overhead dan biaya produksi secara keseluruhan.

3.16 Kesimpulan Dan Rekomendasi

Pada tahap ini berisi tentang ringkasan dari penelitian yang dilakukan dan juga saran-saran yang dapat diberikan peneliti kepada pihak perusahaan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.



BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

4.1.1 Data Umum Perusahaan

PT. Almasindo didirikan pada tahun 1989 dihadapan notaries Kikit Wirianti Sugata, SH. Dengan akte No.19 tanggal 9-9-1989 dengan nama PT. Almas Metal Indonesia. Sehubungan dengan ditolaknya nama PT. Almas Metal Indonesia oleh Menteri Kehakiman maka pada akte perubahan No.89 tanggal 28-9-1992, nama PT. Almas Metal Indonesia berubah menjadi PT. Almasindo dan telah terdaftar pada Lembar Berita Negara Republik Indonesia tanggal 23-8-1994 No.67.

Bangunan pabrik selesai dibangun pada akhir tahun 1990 dan diresmikan secara kolektif oleh Presiden Republik Indonesia, Soeharto di Surabaya dengan prasasti yang ditanda tangani oleh Menteri Perindustrian Hartarto pada tanggal 30 Juli 1991. Sejak awal didirikan sudah berorientasi ekspor dan bertekad menyukseskan program pemerintah dalam meningkatkan ekspor non migas.

Penelitian dilakukan di PT. Almasindo yang beralamat di jalan Raya Batujajar No. 169, Cimareme, Padalarang-Bandung. Produk yang dihasilkan PT. Almasindo adalah alat-alat rumah tangga, khususnya alat-alat dapur (kitchenware) terbuat dari plat besi (Carbon Steel) yang dilapisi bahan anti lengket (Non stick) dan Tin Plate antara lain alat-

alat masak seperti : panci, penggorengan (Fry Pan), wajan(wok) dan macam-macam loyang (bakeware).

Peluncuran Eksport perdana terjadi pada tanggal 13 September 1991 ke Negara Amerika Serikat disusul ke negara-negara lain seperti Jerman, Canada, Australia, Filipina, Malaysia, Singapura sampai ke negara Timur Tengah dan lain-lain. Produk-produk PT. Almasindo mempunyai pangsa pasar 95 % eksport, 5 % lokal, dan hingga saat ini telah mengeksport ke berbagai negara.

Perusahaan-perusahaan yang menjadi pendukung PT. Almasindo antara lain : CV. Almas Metal Work (Stainless Cookware), PT. Supramas Inti Kemilau (Porcelain Enamel Cookware on Carbon Steel).

4.1.2 Visi Perusahaan

Visi Perusahaan :

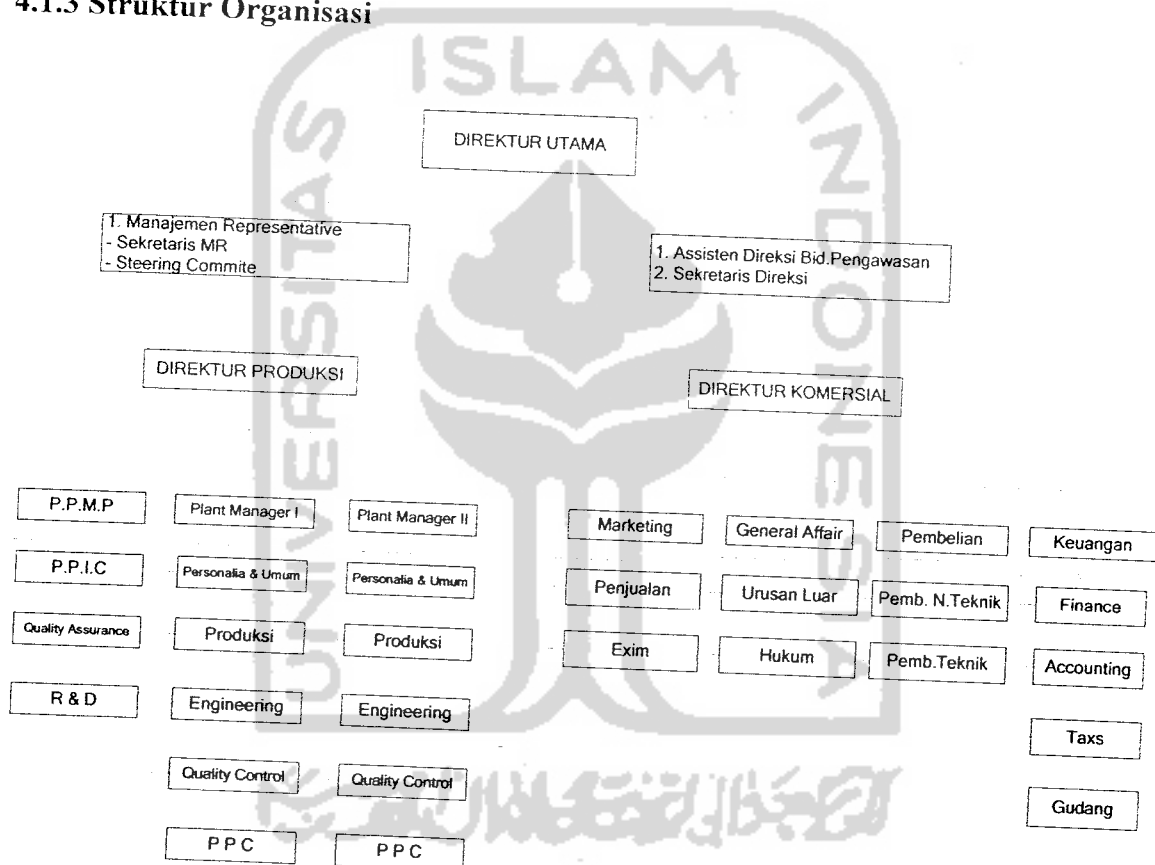
Menjadi perusahaan produsen alat – alat masak dengan standar mutu internasional, dan harga yang kompetitif untuk pangsa pasar internasional.

Misi Perusahaan :

- a. Selalu mengedepankan loyalitas melalui kerjasama yang HARMONIS, SISTEMATIS dan TERSTRUKTUR
- b. Meningkatkan Produktifitas dan Efisiensi Kerja

- c. Selalu komitmen dan konsisten dalam melaksanakan sistem manajemen mutu ISO 9001 : 2000
- d. Membuat produk yang bermutu tinggi dan ketepatan waktu pengiriman (*on time delivery*)
- e. Mengembangkan dan meningkatkan sumber daya yang ada sehingga mampu bersaing secara kompetitif

4.1.3 Struktur Organisasi



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Almasindo

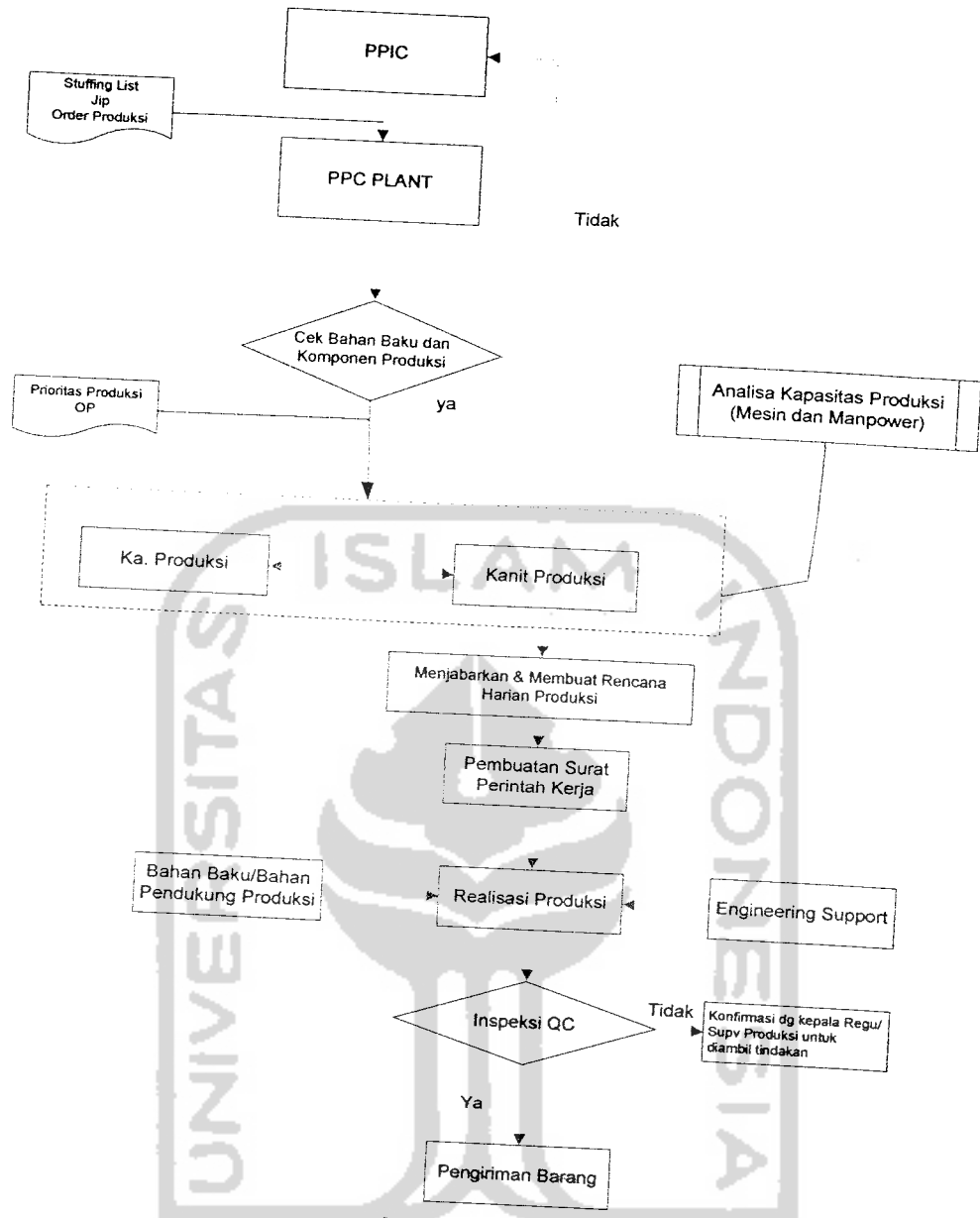
4.1.4 Tinjauan produksi

4.1.4.1 Kapasitas Produksi

PT. Almasindo adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan alat-alat dapur (Manufacture Kitchen Tools), dimana pada proses produksinya mengolah bahan baku (Raw Material) berupa plat besi (Coil) menjadi alat-alat masak/dapur melalui berbagai tahapan proses produksi. PT. Almasindo dapat menghasilkan produknya berupa bermacam-macam alat dapur (Cook ware) dengan kapasitas produksi rata-rata 1500-2000 pieces/hari.

4.1.4.2 Bahan Baku

Bahan baku utama yang dibutuhkan dalam proses pembuatan alat-alat dapur adalah plat besi (Coil) dengan tingkat ketebalan 0,3 – 1,2 mm. Untuk bahan baku tersebut masih diimpor dari Taiwan dan Cina. Sedangkan bahan pembantu pada proses pembuatan alat-alat dapur antara lain : Non Stick (anti lengket), SS- Ring (Stainless Steel), Kurfor, dan Bakelite.



Gambar 4.2 mekanisme Kerja Produksi

4.1.4.3 Proses Produksi

Adapun tahapan proses produksi di PT. Almasindo adalah sebagai berikut:

1. Press Shop.

Pada proses ini bahan baku berupa plat besi (Coil) yang masih berupa gulungan mulai dibentuk melalui berbagai tahapan proses sehingga menjadi suatu produk/alat dapur.

2. Chemical Treatment (Pencucian).

Setelah dibentuk menjadi suatu produk, selanjutnya barang tersebut harus dicuci melalui proses Chemical Treatment dengan menggunakan larutan-larutan kimia antara lain : Degreaser, Surface, Zinc Fosfat, Neutralizer, dll. Tujuan dari Chemical Treatment ini adalah untuk menghilangkan kandungan zat-zat berbahaya dari produk seperti : karat, bekas olie, bekas karet/minyak. Sehingga aman untuk dipakai konsumen. Kemudian barang tersebut dikeringkan di dalam oven pada suhu 200°C selama 5-15 menit.

3. Coating (Painting)

Pada proses ini setelah melalui proses Chemical Treatment selanjutnya barang/item melalui proses pengecatan. Barang/item tersebut selanjutnya dicat menggunakan alat-alat seperti: Spray gun, PD dan discomat. Pada tahap akhir proses Painting item/barang dikeringkan dengan menggunakan 5 buah oven , yaitu 3 oven manual, dan 2 oven otomatis. Suhu oven pada proses painting : $200 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Pada tahap inilah yang paling penting karena sering terjadi cacat/ketidaksesuaian pada proses ini. Selanjutnya barang

hasil pengecatan yang keluar dari oven setelah lolos standar QC dapat dilanjutkan ke proses berikutnya. Standarisasi untuk ketebalan cat yaitu : 13–20 Micron.

4. Assembling

Setelah barang/item lolos QC pada proses Painting, barang tersebut selanjutnya diassembling. Sebelum diassembling barang harus dicek kembali untuk mengetahui spesifikasi dan komponen barang yang akan diassembling secara umum, yaitu item barang, warna barang, dan thickness barang agar tidak terjadi kesalahan assembling. Secara khusus spesifikasi dan komponen yang perlu diperhatikan dan dicek meliputi :

- a. Item Sauce pan, Fry Pan, dan Steamer.
 - Jenis handle atau kuping
 - Jenis frame guard
 - Ukuran screw/paku keling
- b. Item Roaster, SF
 - Ukuran paku keeling
 - Jenis handle
 - Jenis engsel (cat atau chromed)

Pada saat melakukan komponen assembling, lakukan pula pemeriksaan kualitas dari komponen tersebut dengan mengikuti standar :

- Handle/kuping tidak cacat gompel
- Handle/kuping tidak tajam/bergerigi akibat hasil kikir atau poles kurang rapi.
- Hasil spote frame guard tidak boleh tajam atau melukai apabila diraba.

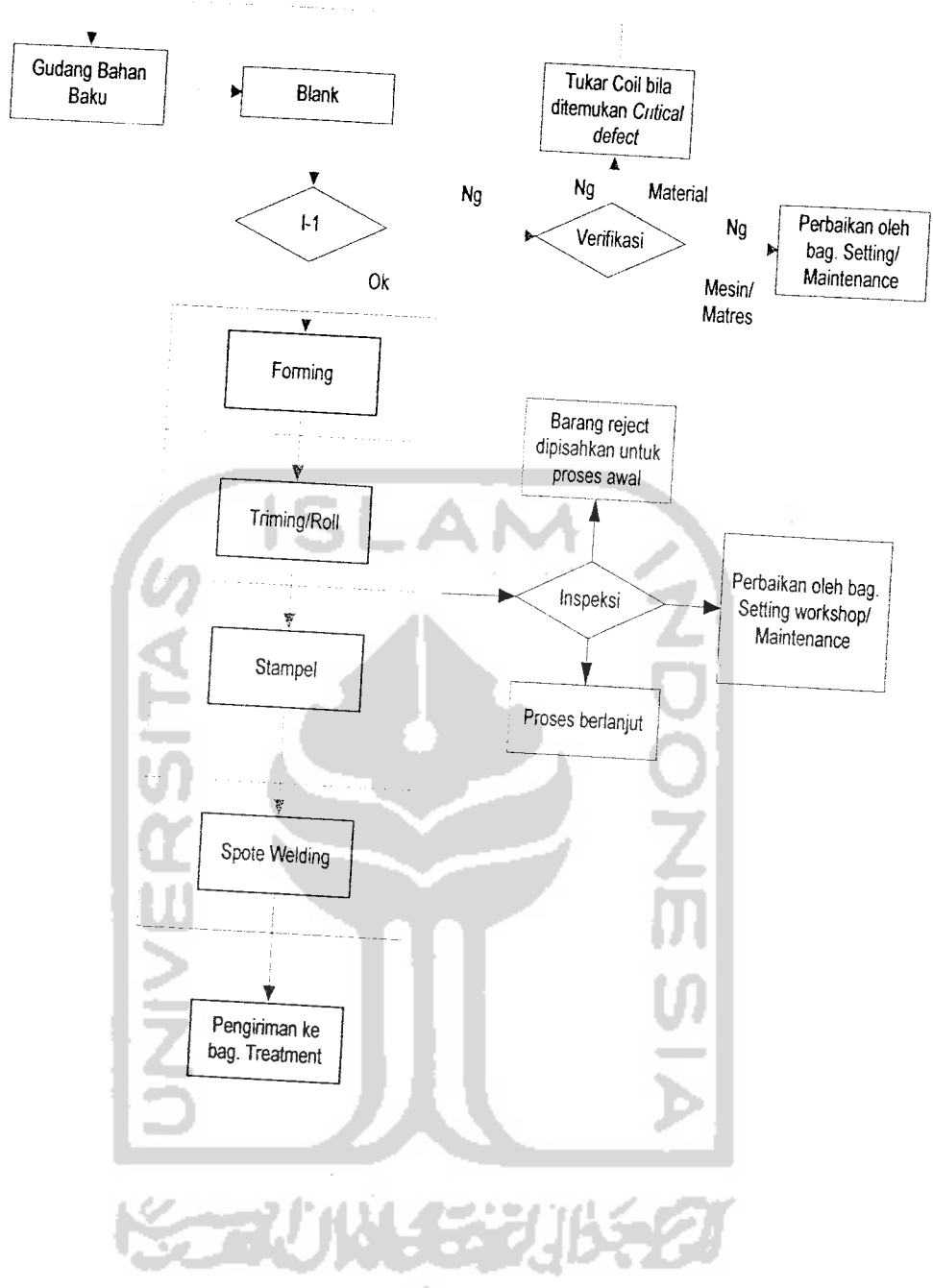
- Paku keeling yang dipakai tidak boleh kuning atau berkarat.
- Plate dan behel tidak kuning/karat.

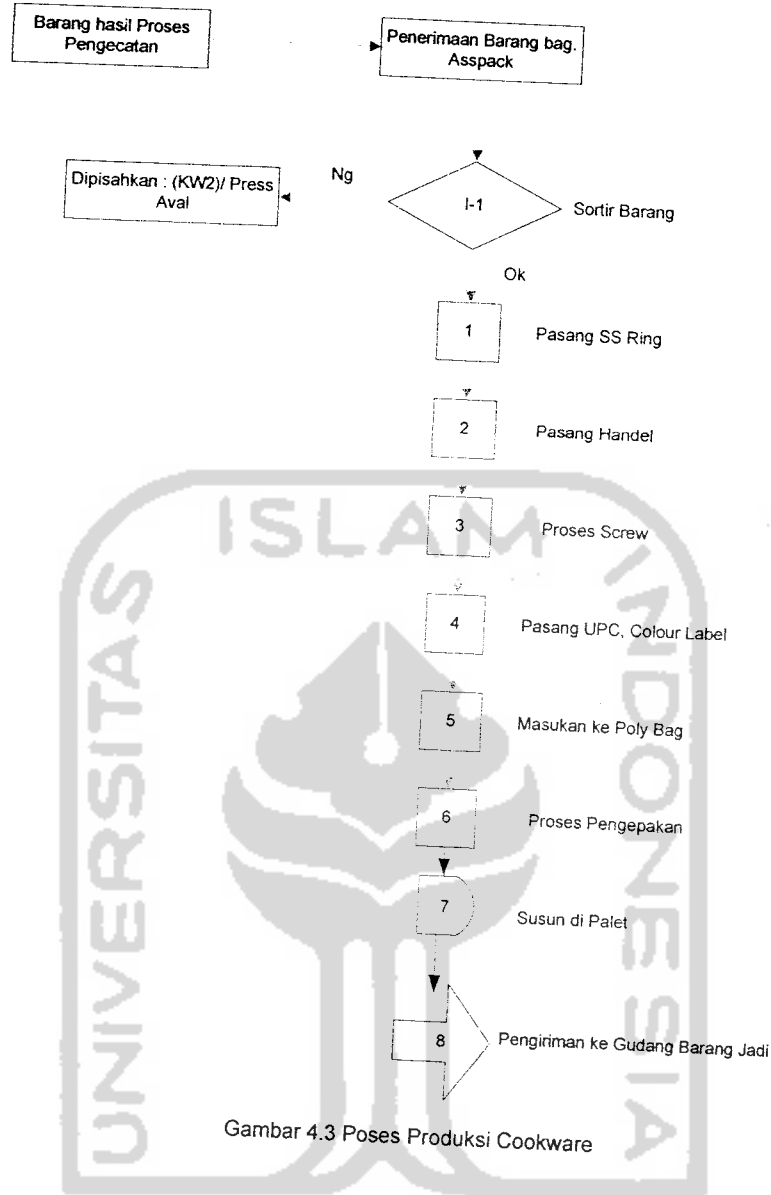
Selanjutnya setelah lolos standar QC, barang/produk dilanjutkan ke proses Packing untuk diPak.

5. Packing

Setelah barang diassembling selanjutnya dibungkus dengan Polybag untuk selanjutnya dilakukan proses Packing. Tujuan dari packing yaitu untuk mengepres barang ke dalam color box/master karton.







Gambar 4.3 Poses Produksi Cookware

4.1.5 Quality Control (Pengendalian Kualitas)

Pengendalian mutu yang terdapat di PT. Almasindo selalu berlandaskan dan berkomitmen pada sistem manajemen mutu ISO 9001 : 2000, serta didukung dengan penempatan personel yang sesuai dengan latar belakang pendidikan, ketrampilan, pelatihan dan pengalaman.

Adapun aspek-aspek yang perlu ditekankan dalam pengendalian kualitas tersebut antara lain ;

1) Pengendalian Bahan Baku

Bahan baku sebagai bahan dasar untuk menghasilkan produk jadi sangat besar pengaruhnya terhadap mutu produk itu sendiri. Sebab bahan baku yang bermutu rendah mengakibatkan hasil produk tersebut kemungkinan juga bermutu rendah. Semua bahan baku yang masuk ke perusahaan diterima oleh bagian gudang secara kuantitatif (jumlah) dan diperiksa secara kualitatif oleh petugas QC dan diinformasikan kepada bagian terkait.

2) Pengendalian Terhadap Peralatan dan Perlengkapan Produksi

Pengendalian pada peralatan dan perlengkapan produksi perlu dilakukan untuk memperlancar proses produksi dan menjaga mutu produk yang dihasilkan. Untuk itu perlu diadakan perawatan mesin-mesin produksi secara berkala dan set up mesin yang baik. Yang termasuk peralatan produksi adalah mesin, oven, konveyor, spray gun, spray booth, dll.

4.1.6 Data Input Tingkat Sigma

Pengumpulan data diperoleh dari hasil dokumentasi perusahaan pada bagian Quality Control, Serta hasil wawancara dengan orang-orang yang berwenang. Data- data yang diambil adalah data yang berhubungan dengan produk alat masak (Cookware) selama 1 bulan.

Adapun data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Data komplain Pelanggan

Tabel 4.1. Data Keluhan Konsumen Periode September 2006

Tanggal kejadian	Item/ part	Masalah	Jumlah cacat	Bobot cacat
1	Roasting pan	Karat	22	2
2	Large Cookie Sheet	Cat mengelupas	11	1
		Cat Tipis	13	1
		Gores	1	1
7	Small cookie Sheet	Cat mengelupas	3	1
		Gores	5	1
		Karat	1	2
11	Large loaf pan	Cat mengelupas	3	1
14	Roasting pan	Cat mengelupas	1	1
		Cat tipis	4	1
		Karat	13	2
14	Medium Cookie Roscho	Karat	1	2

16	Sauce Pan	Cat tipis	1	1
		gores	3	1
		Cat mengelupas	1	1
20	Large Cookie Roscho	Cat tipis	2	1
		Cat mengelupas	2	1
23	Roasting pan	Karat	14	2
		gores	5	1
		Cat tipis	6	1
25	Loaf Pan Roscho	Cat tipis	9	1
		gores	2	1
25	Roasting Pan	Karat	17	2
		Cat mengelupas	25	1
		Cat tipis	26	1

Sumber: Data QC Departement PT Almasindo

Penetapan permasalahan (*problem statement*) dan pernyataan tujuan (*goal statement*)

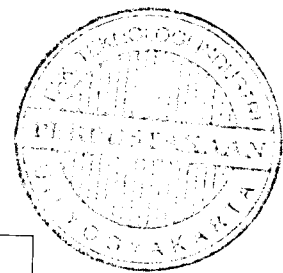
Hasil rekapitulasi data keluhan pelanggan pada tabel 4.1 menunjukkan bahwa produk Roasting Pan memiliki frekuensi keluhan paling besar, yaitu sebanyak 4 kali pada bulan September, dengan jumlah produk cacat sebanyak 133 buah. Dengan definisi cacat karat,

cat mengelupas, cat tipis, dan gores. Adapun urutan jenis cacat adalah karat sebanyak 66 buah, cat tipis 36 buah, cat mengelupas 26 buah, dan gores sebanyak 5 buah. Setelah diketahui bobot dari tiap-tiap jenis cacat, maka dapat dihitung banyaknya kerusakan = bobot cacat x frekuensi cacat. Jenis cacat karat memiliki kuantitas paling banyak, juga memiliki kepentingan bobot paling tinggi untuk segera di perbaiki, karena jenis cacat ini selain dapat merugikan kesehatan konsumen juga membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dibandingkan jenis cacat yang lain. Perbandingan biaya yang dikeluarkan untuk perbaikan dari jenis cacat karat, gores, cat mengelupas dan cat tipis = Rp.40.417 : Rp.25.842 : Rp.24.973 : Rp.22.863 = 2 : 1 : 1 : 1. Mengingat PT. Almasindo adalah pemasok utama alat-alat masak (Manufacture Kitchen Tools) untuk produk Roasting Pan maka perbaikan kualitas mendesak untuk dilakukan.

Didasarkan pada fakta itulah maka selanjutnya penelitian akan difokuskan pada produk Rosting Pan. Dan tujuan yang ingin dicapai adalah untuk meningkatkan kualitas produk Roasting Pan dengan cara menurunkan banyaknya jumlah cacat yang sering terjadi pada proses saat ini.

2. Penentuan CTQ (*Critical to Quality*)

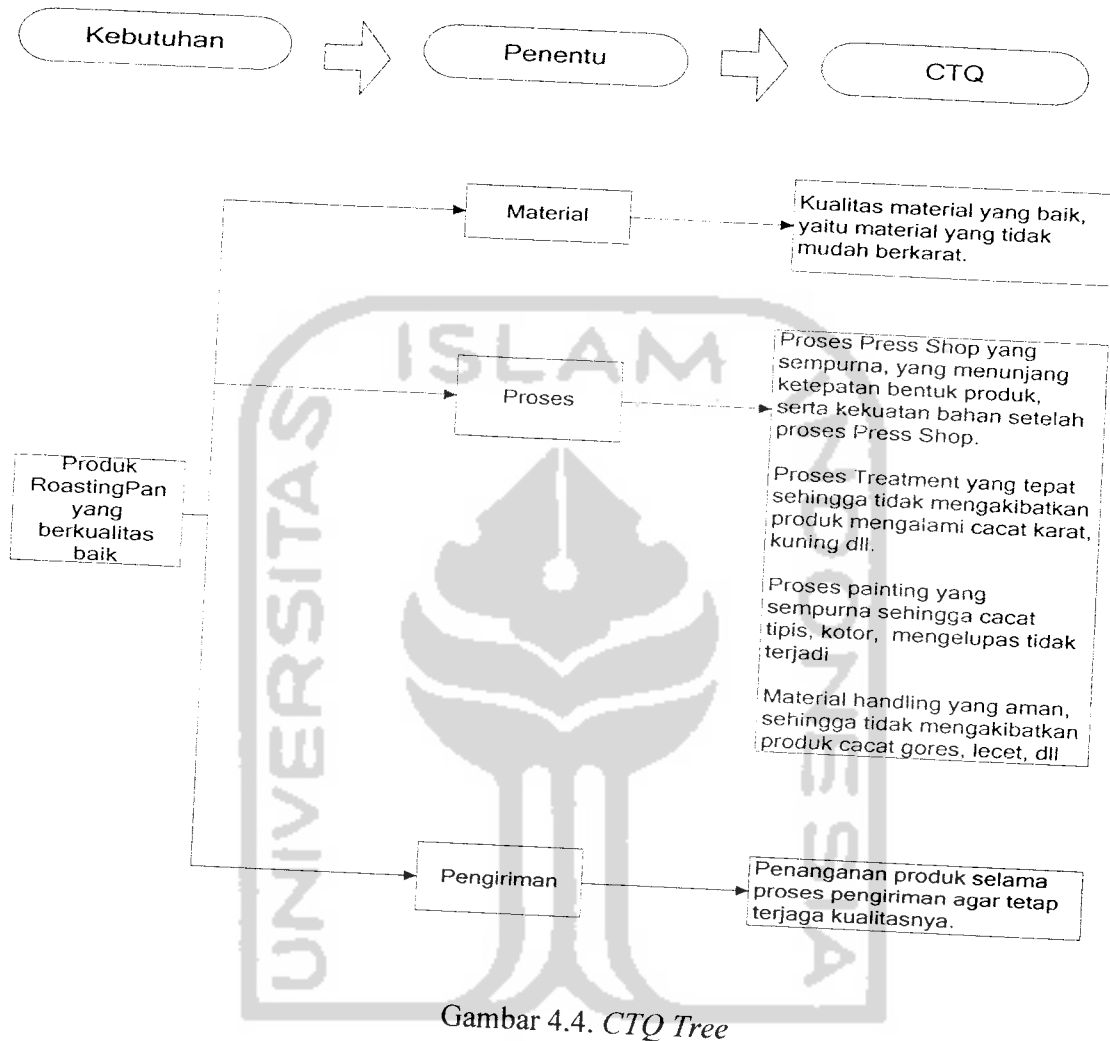
Data yang digunakan untuk membuat *CTQ Tree* berasal dari data laporan masalah dan keluhan yang diterima oleh bagian *Quality Control*. Berikut data keluhan konsumen terhadap produk Roasting Pan periode September 2006 yang akan dijadikan dasar pembuatan *CTQ Tree*



Tabel 4.2 Data Keluhan Konsumen Terhadap Produk Roasting Pan

Tanggal kejadian	Masalah	Jumlah
1	- Sepertinya Produk sudah karatan tetapi tetap dicat	22
14	- Sudah ada tanda-tanda bahwa Zinc Phospat terlampau lama sehingga menyebabkan karat. - Adanya indikasi rusak cat pada item Roasting Pan	13 5
23	- Produk sudah karatan tetapi tetap terus dicat - Cat tipis pada produk - Produk gores - Terjadinya kerusakan/cacat pada produk pada saat pengiriman.	14 5 6 10
25	- Karat - Cat mengelupas - Cat tipis	17 25 26

Berikut hasil *CTQ Tree* pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. *CTQ Tree*

Berdasarkan data di atas, yang menjadi kebutuhan bagi pelanggan adalah produk Roasting Pan yang berkualitas tinggi. Sedangkan yang menjadi penentu (*driver*) dalam menghasilkan pernyataan-pernyataan CTQ tersebut ada tiga, yaitu material, proses dan pengiriman. Pembagian penentu (*driver*) ke dalam tiga kategori ini dibuat dengan melihat kecenderungan banyaknya masalah yang berkaitan dengan ketiga hal tersebut, yaitu dengan material yang dipakai, proses yang dilalui, dan dengan cara pengiriman yang

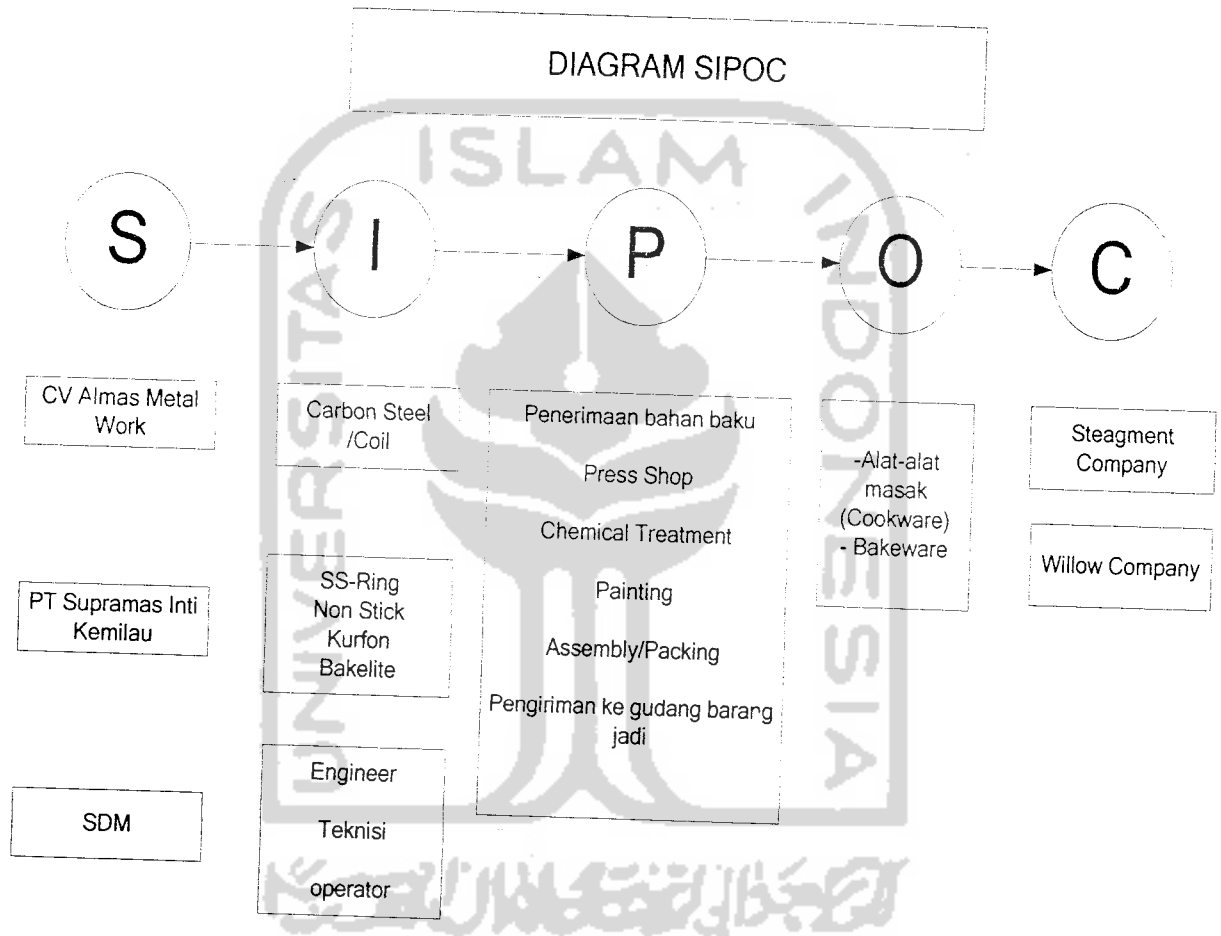
diterapkan. Dengan menggunakan *driver* tersebut, maka karakteristik utama yang diinginkan oleh pelanggan dapat diidentifikasi secara lebih fokus. Dari tiap-tiap penentu (*driver*) dapat diidentifikasi beberapa CTQ. Untuk material, karakteristik kualitas yang diharapkan adalah material yang memiliki ketahanan terhadap karat. Pada tahapan proses, CTQ yang dihasilkan adalah proses Press Shop yang sempurna, sehingga bentuk dan kekuatan produk sesuai kualitas yang disyaratkan. Pada proses *Treatment* disyaratkan adanya proses yang sempurna yaitu ketepatan dalam pencucian produk serta proses *Treatment* yang tidak menimbulkan cacat *karat*, *kuning* dan sejenisnya. Proses *painting* berdasarkan persyaratan kualitas yang diharapkan pelanggan adalah *painting* yang tidak kotor, tipis, mengelupas dan lain-lain. Demikian juga pada proses *material handling* yang rapi sehingga baik material, produk dalam proses dan produk jadi tidak mengalami cacat yang disebabkan buruknya *material handling*. CTQ terakhir adalah dari proses pengiriman, yaitu penanganan yang baik terhadap produk selama pengiriman, seperti Pengemasan yang rapi dan kuat serta tahan terhadap guncangan agar produk tidak cacat akibat benturan.

Berdasarkan karakter CTQ yang telah didefinisikan, maka pada cabang terakhir dapat terlihat hal-hal terpenting yang diinginkan oleh pelanggan. Cabang-cabang tersebut dapat dijadikan sebagai *input* atau bahan masukan bagi upaya peningkatan kualitas.

3. Penyusunan SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*)

Tool dalam tahap *Define* yang sangat efektif untuk mendefinisikan aliran-aliran proses dari awal hingga akhir adalah SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*). SIPOC sangat sesuai dengan filosofi *Six Sigma* yang menekankan pada kepuasan pelanggan,

sebab dari SIPOC ini akan terpetakan dengan jelas dari mulai pemasoknya (*supplier*) hingga pelanggannya (*customer*). Data yang dibutuhkan untuk membuat SIPOC ini kebanyakan adalah data tentang proses produksi yang diperoleh dari data umum perusahaan yang merupakan data kualitatif. Berikut dapat dilihat bentuk aliran SIPOC.



Gambar 4.5 Diagram SIPOC

Dari SIPOC diatas dapat diketahui bahwa yang menjadi *supplier* untuk kebutuhan produksi ada dua, yaitu pihak perusahaan penyedia bahan baku dan sumber daya manusia yang dimiliki perusahaan. Perusahaan penyedia bahan baku terdiri dari CV Almas Metal

Work dan PT Supramas Inti Kemilau untuk bahan baku utama yaitu plat besi (Carbon Steel) dan bahan pembantu yaitu : Non Stick, SS-Ring, Kurfor, dan Bakelite. Sedangkan sumber daya manusia terdiri dari para *engineer*, teknisi, dan operator. Dimana para personel tersebut akan bertugas membuat desain gambar, membuat dokumen proses produksi dan yang memproses bahan baku menjadi bermacam-macam produk alat-alat masak.

Selanjutnya pemasok tersebut akan memberikan *input* yang akan digunakan sebagai masukan pada proses selanjutnya. Masukan (*Input*) tersebut berupa plat besi (coil), SS-Ring, Kurfor dan Bakelite. Sedangkan dokumen-dokumen proses akan terdiri atas LP (Lembar Proses), Instruksi Kerja, dan IS (*Inspection Sheet*).

Proses yang harus dilalui oleh material terdiri dari proses penerimaan baku, manufaktur dan proses pengiriman ke gudang barang jadi. Pada proses manufaktur material akan melalui tahapan *Press shop, Chemical Treatment, Painting, Assembly dan Packing*.

Hasil (*Output*) yang diperoleh setelah material diproses adalah berupa produk alat-alat masak (Cookware) dan macam-macam loyang (bakeware). Produk ini nantinya akan dikirim ke pelanggan (*Customer*) antara lain Steagment Company dan Willow Company.

4. Data Spesifikasi Proses Produksi PT. Almasindo

Tabel 4.3 Data Spesifikasi Proses Produksi
(Untuk Periode September 2006)

Volume Produksi	Target Tingkat Sigma
47.074 unit	4,5 Sigma untuk periode tahun 2006, di mana target utama adalah 6 Sigma

Sumber : Dept. Produksi PT. Almasindo

5. Data Tingkat Kecacatan Produk

Data yang diperlukan dalam pengolahan ini adalah data ketidaksesuaian yang diambil berdasarkan pengamatan yang dilakukan di bagian QC PT. Almasindo pada bulan September 2006.

Tabel 4.4 Data Kecacatan Produk Roasting Pan

No.Sampel	Unit Sampel	Defect(D)	Jenis Cacat				
			A1	A2	A3	A4	A5
1	1466	31	14	3	4	5	5
2	1476	24	9	4	7	3	1
3	1475	23	9	4	3	4	3
4	1461	36	15	7	4	5	5
5	1473	26	10	2	8	4	2
6	1465	33	16	5	3	6	3

7	1475	24	12	2	4	5	1
8	1461	37	16	6	2	9	4
9	1467	33	14	4	9	3	3
10	1477	22	11	3	5	2	1
11	1464	33	17	2	3	7	4
12	1468	30	8	7	9	5	1
13	1475	25	11	5	6	2	1
14	1472	28	9	4	7	5	3
15	1474	26	11	3	7	3	2
16	1468	31	12	5	3	7	4
17	1471	28	13	5	2	6	2
18	1476	22	10	2	4	5	1
19	1473	25	13	2	3	4	3
20	1476	23	10	2	8	2	1
21	1463	37	13	9	4	7	4
22	1462	39	11	10	3	9	6
23	1475	41	9	8	4	8	12
24	1472	38	7	8	2	7	14
25	1463	41	9	10	4	10	8
26	1472	46	12	7	8	10	9
27	1473	43	11	8	5	9	10
28	1459	37	9	10	5	7	6
29	1458	36	7	9	2	13	5
30	1464	43	11	9	4	9	10
jumlah	44074	961	339	165	142	181	134

Sumber : Dept. QC PT.Almasindo

Keterangan : A1 = Karat A2 = Cat mengelupas A3 = Gores

A4 = Cat tipis A5 = lain-lain

6. Data - data Akar Penyebab Kecacatan Pada Tiap Jenis Kecacatan

Adalah data-data mengenai penyebab kecacatan dari masing-masing jenis cacat yang menjadi skala prioritas untuk perbaikan dan peningkatan kualitas produk. Data ini diperoleh dari 2 sumber, yaitu dari pihak peneliti dan sumber perusahaan.

Tabel. 4.5 Data Tingkat Temperatur Tempat Kerja Tiap Proses Produksi (°C)

Tgl	Tingkat Temperatur Pada Tiap Proses (°C)			
	Press Shop	Treatment	Painting	Assembly/Packing
1	30	31	29	30
2	31	31	29	30
3	31	32	29	30
4	32	32	29	30
5	31	32	29	30
6	31	31	29	30
7	32	31	29	30
8	32	31	29	30
9	32	31,01	29,5	30,5
10	31	31	30	31
11	32	31	30	31

12	32	33	33	33
13	32	33	33	33
14	33	30	31	32
15	33	30	31	32
16	32,5	31	31	32
17	31	31	31	32
18	33	34	33	34
19	33	34	33	34
20	34	33	32,5	33
21	32,5	33	32	33
22	32	31	31	32
23	32	31	31	32
24	32	31	31	32
25	32	32	31	32
26	32	32	30	31
27	32	32	30	31
28	32	32	30	31
29	32	32	30	31
30	32	32	30	31
Rata- rata	31,967	31,703	30,533	31,45

Note : Standar tingkat temperatur tempat kerja adalah 28-32 (°C), dari data di atas, dapat disimpulkan jika tingkat rata-rata temperatur untuk semua unit kerja di PT. Almasindo masih berada dalam batas normal.

Tabel 4.6 Data Pengukuran Tingkat Kebisingan Tiap Proses Produksi (dB)

Tgl	Tingkat Kebisingan Pada Tiap Proses (dB)			
	Press Shop	Treatment	Painting	Assembly/Packing
1	82	83	85	84
2	82	83	85	84
3	82	83	85	84
4	82	83	85	84
5	82	83	85	84
6	82	83	85	84
7	82	83	85	84
8	82	83	85	84
9	82	83	85	84
10	82	83	85	84
11	82	83	85	84
12	82	83	85	84
13	82	83	85	84
14	82	83	85	84
15	82	83	85	84
16	82	83	85	84
17	82	83	85	84
18	82	83	85	84
19	82	83	85	84
20	82	83	85	84
21	82	83	85	84
22	82	83	85	84
23	82	83	85	84

24	82	83	85	84
25	82	83	85	84
26	82	83	85	84
27	82	83	85	84
28	82	83	85	84
29	82	83	85	84
30	82	83	85	84
Rata-rata	82	83	85	84

Sumber : Dept. Produksi PT. Almasindo

Note : Standar normal tingkat kebisingan untuk jam kerja 8 jam/ shift = 85 dB (Edaran Menteri Tenaga Kerja No. SF 01/ MEN/1978).

Jadi dari data di atas, disimpulkan bahwa tingkat kebisingan pada semua unit masih berada dalam batas normal yang diijinkan, dengan tingkat kebisingan tidak melebihi batas tingkat kebisingan yang diijinkan, adapun rata-rata tingkat kebisingan untuk semua unit adalah 83,5 dB.

Faktor-faktor penyebab untuk masing-masing jenis cacat :

A. *Jenis Cacat Cat tipis*

1) Faktor Tenaga Kerja

Penyebab: 1. Lelah

2. Kurang teliti

3. Kurang konsentrasi

Objek dan Lokasi Pengamatan : Tenaga Kerja pada Unit Painting (pengecatan)

2) Faktor Metode

Penyebab : Pengukuran ketebalan cat kurang sempurna.

Objek dan Lokasi Pengamatan : Metode yang dipakai pada Unit Painting.

3) Faktor Lingkungan

Penyebab :

1. Temperatur

Terukur : (32,5- 34° C) = Cukup Panas

Normal : 28 - 32°C

Lokasi Pengamatan : Pada Ruangan Unit Painting dan Treatment

2. Kebisingan

Terukur : (85 dB)

Normal : 85 Desibel untuk satu shift atau 8 jam kerja

(Edaran Menteri Tenaga Kerja No. SF 01/ MEN/1978).

Lokasi Pengamatan : Pada Ruangan Unit Painting.

4) Faktor Mesin

Penyebab : 1. Spray Gun macet.

2. Setting peralatan kurang sempurna.

3. Kondisi gantungan barang dan rel kurang baik.

Lokasi Pengamatan : Pada Ruangan Unit Painting

5) Faktor Material

Penyebab : 1. Mutu cat kurang baik

2. Jenis cat tidak sesuai spesifikasi

B. *Jenis Cacat Cat Mengelupas*

1) Faktor Tenaga Kerja

Penyebab: 1. Lelah

2. Kurang teliti

3. Kurang konsentrasi

Objek dan Lokasi Pengamatan : Tenaga Kerja pada Unit Painting (pengecatan)

2) Faktor Metode

Penyebab : Metode pengukuran ketebalan cat menggunakan elcometer kurang teliti.

Objek dan Lokasi Pengamatan : Metode yang dipakai pada Unit Painting.

3) Faktor Lingkungan

Penyebab :

1. Temperatur

Terukur : (32,5- 34° C) = Cukup Panas

Normal : 28 - 32°C

Lokasi Pengamatan : Pada Ruangan Unit Painting dan Treatment.

2. Kebisingan

Terukur : (85 dB)

Normal : 85 Desibel untuk satu shift atau 8 jam kerja

(Edaran Menteri Tenaga Kerja No. SF 01/ MEN/1978).

Lokasi Pengamatan : Pada Ruangan Unit Painting.

4) Faktor Mesin

Penyebab : 1. Penganginan pada Oven Discomat kurang baik.

2. Mesin Blow Off tidak bekerja maksimal.

Lokasi Pengamatan : Pada Ruangan Unit Painting dan Treatment

5) Faktor Material

Penyebab : 1. Mutu cat kurang baik

2. Jenis cat tidak sesuai spesifikasi.

c. *Jenis Cacat Karat*

1) Faktor Tenaga Kerja

Penyebab: 1. Kurang teliti

2. Kurang konsentrasi

Objek dan Lokasi Pengamatan : Tenaga Kerja pada Unit Receiving dan Painting.

2) Faktor Metode

Penyebab : 1. Metode pemeriksaan awal material kurang ketat..

2. Metode penyimpanan material kurang baik.

3. Metode pengecatan yang kurang sempurna

Objek dan Lokasi Pengamatan : Metode yang dipakai pada Unit Receiving dan Painting.

3) Faktor Lingkungan

Penyebab :

1. Temperatur

Terukur : (32,5- 34° C) = Cukup Panas

Normal : 28 - 32°C

Lokasi Pengamatan : Pada Ruangan Unit Painting dan Treatment .

2. Kebisingan

Terukur : (83 dan 85 dB)

Normal : 85 Desibel untuk satu shift atau 8 jam kerja

(Edaran Menteri Tenaga Kerja No. SF 01/ MEN/1978).

Lokasi Pengamatan : Pada Ruangan Unit Painting dan Treatment.

4) Faktor Mesin

Penyebab : Set Up Mesin kurang sempurna.

Lokasi Pengamatan : Pada Ruangan Unit Painting dan Treatment.

5) Faktor Material

Penyebab : 1. Mutu cat kurang baik

2. Jenis bahan baku (coil) kurang baik.

d. Jenis Cacat Gores

1) Faktor Tenaga Kerja

Penyebab: 1. Lelah

2. Kurang teliti

3. Kurang konsentrasi

Objek dan Lokasi Pengamatan : Tenaga Kerja pada Unit Painting (pengecatan), Press Shop, Treatment

2) Faktor Lingkungan

Penyebab :

1. Temperatur

Terukur : (32.5 C - 34° C) = Cukup Panas

Normal : 28 - 32°C

Lokasi Pengamatan : Pada Ruangan Unit Press Shop dan Treatment .

2. Kebisingan

Terukur : (83dB dan 85 dB)

Normal : 85 Desibel untuk satu shift atau 8 jam kerja

(Edaran Menteri Tenaga Kerja No. SF 01/ MEN/1978).

Lokasi Pengamatan : Pada Ruangan Unit Painting dan Treatment.

3) Faktor Mesin

Penyebab : Handling material kurang baik

Lokasi Pengamatan : Pada Ruangan Unit Painting

Catatan :

Data di atas bersumber dari hasil penelitian dan data pengamatan perusahaan untuk program perbaikan dan peningkatan kualitas proses produksi. Pengukuran tingkat kebisingan dan temperatur ruangan dilakukan selama periode pengamatan oleh perusahaan, yaitu bulan September. Alat yang digunakan adalah, Sound level meter untuk mengukur tingkat kebisingan dan termometer ruangan untuk tingkat temperatur tempat penelitian.

Metode yang dipakai dalam penelitian dan pengamatan akar penyebab dari 5 faktor di atas adalah dengan wawancara kepada pekerja/ operator bersangkutan terhadap kondisi

fisik dan psikis pekerja serta dengan mengamati setiap masalah dari faktor-faktor tersebut.

Waktu pengamatan dan Pelaksanaan : Tanggal 1 – 30 September 2006 (Pihak Perusahaan).



4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Peta Kontrol p

Tabel 4.7 Perhitungan Banyaknya Ketidaksesuaian Pada Inspeksi Akhir

No sampel	unit (n)	Defect(D)	Proporsi cacat (p)	3Sp	UCL	LCL
1	1466	31	0.021145975	0.012	0.0345	0.0105
2	1476	24	0.016260163	0.012	0.0345	0.0105
3	1475	23	0.01559322	0.012	0.0345	0.0105
4	1461	36	0.024640657	0.011	0.0335	0.0115
5	1473	26	0.017651052	0.012	0.0345	0.0105
6	1465	33	0.022525597	0.011	0.0335	0.0115
7	1475	24	0.016271186	0.012	0.0345	0.0105
8	1461	37	0.02532512	0.011	0.0335	0.0115
9	1467	33	0.022494888	0.011	0.0335	0.0115
10	1477	22	0.014895058	0.012	0.0345	0.0105
11	1464	33	0.022540984	0.011	0.0335	0.0115
12	1468	30	0.020435967	0.012	0.0345	0.0105
13	1475	25	0.016949153	0.012	0.0345	0.0105
14	1472	28	0.019021739	0.012	0.0345	0.0105
15	1474	26	0.017639077	0.012	0.0345	0.0105
16	1468	31	0.021117166	0.012	0.0345	0.0105
17	1471	28	0.01903467	0.012	0.0345	0.0105
18	1476	22	0.014905149	0.012	0.0345	0.0105
19	1473	25	0.016972166	0.012	0.0345	0.0105

20	1476	23	0.015582656	0.012	0.0345	0.0105
21	1463	37	0.025290499	0.012	0.0345	0.0105
22	1462	39	0.026675787	0.012	0.0345	0.0105
23	1475	41	0.02779661	0.012	0.0345	0.0105
24	1472	38	0.025815217	0.012	0.0345	0.0105
25	1463	41	0.028024607	0.012	0.0345	0.0105
26	1472	46	0.03125	0.012	0.0345	0.0105
27	1473	43	0.029192125	0.012	0.0345	0.0105
28	1459	37	0.025359836	0.012	0.0345	0.0105
29	1458	36	0.024691358	0.012	0.0345	0.0105
30	1464	43	0.029371585	0.012	0.0345	0.0105
Jumlah	44074	961	0.654469267			
Rata-rata	1469.133333	32.03333				

Contoh Perhitungan

Untuk pengamatan sampel ke-1

$$\bar{P} 1 = \frac{\sum cacat}{\sum unitsampel}$$

$$= \frac{\sum D}{\sum n}$$

$$= \frac{961}{44074}$$

$$= 0,022$$

$$3 S_{p1} = 3 \times \sqrt{\frac{\bar{P}_1(1-\bar{P}_1)}{n_1}}$$

$$= 3 \times \sqrt{\frac{0,0225(1-0,0225)}{1466}}$$

$$= 0,012$$

$$UCL = \bar{P} + 3 S_{p1}$$

$$= 0,0225 + 0,012$$

$$= 0,0345$$

$$LCL = \bar{P} - 3 S_{p1}$$

$$= 0,0225 - 0,012$$

$$= 0,0105$$



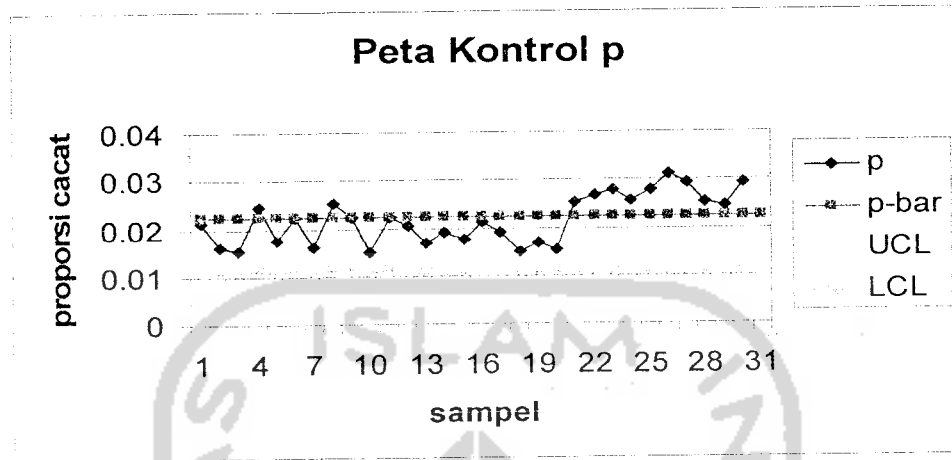
Perhitungan Simpangan Baku untuk nomor pengamatan ke-1 adalah $3 S_{p1} = 3 \times$

$\sqrt{\frac{0,0225(1-0,0225)}{1466}} = 0,012$. Dengan demikian batas kontrol atas untuk pengamatan ke-

1 adalah : $UCL = \bar{P} + 3 S_{p1} = 0,0225 + 0,012 = 0,0345$; sedangkan untuk batas kontrol

bawah pada pengamatan ke-1 adalah : $LCL = \bar{P} - 3 S_{p1} = 0,0225 - 0,012 = 0,0105$. Dan

dengan cara yang sama dapat dihitung untuk nomor sampel selanjutnya, hasilnya seperti dalam tabel 4.3.



Gambar 4.6. Peta Kontrol p untuk data ketidaksesuaian produk

Dari gambar grafik kendali p di atas, bahwa peta kendali p terkendali, yang berarti proses produksi Roasting Pan berada dalam pengendalian statistikal. Dengan nilai tengah (rata-rata) sebesar 0,0225 dan UCL sebesar 0,0345 serta LCL sebesar 0,0105. Dengan nilai \bar{P} atau rata-rata tingkat ketidaksesuaian sebesar 0,0225. Apabila manajemen ingin menurunkan tingkat ketidaksesuaian tersebut, maka harus dikurangi variasi penyebab umum (common causes variation) yang melekat dalam proses produksi tersebut. Dalam hal ini dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi dan menyelesaikan faktor-faktor penyebab ketidaksesuaian (titik spesifik) yang ditemukan dalam pemeriksaan akhir produk RoastingPan itu. Dari grafik di atas diketahui, peta kontrol p dengan ukuran contoh pemeriksaan berubah-ubah dapat digunakan untuk memantau proses produksi Roasting Pan. Titik tengah (CL) menunjukkan rata-rata tingkat ketidaksesuaian per unit pemeriksaan, dan besarnya batas-batas kontrol, baik untuk batas kontrol atas (UCL)

maupun batas kontrol bawah (LCL) dari peta p tergantung dari jumlah ukuran contoh yang diambil.

4.2.2 Penentuan Jenis Kecacatan Terbesar

Jenis cacat produk yang terjadi pada proses inspeksi akhir ini dapat dikelompokkan menjadi 5 kelompok yang meliputi cat tipis, cat mengelupas, karat, gores, lain-lain.

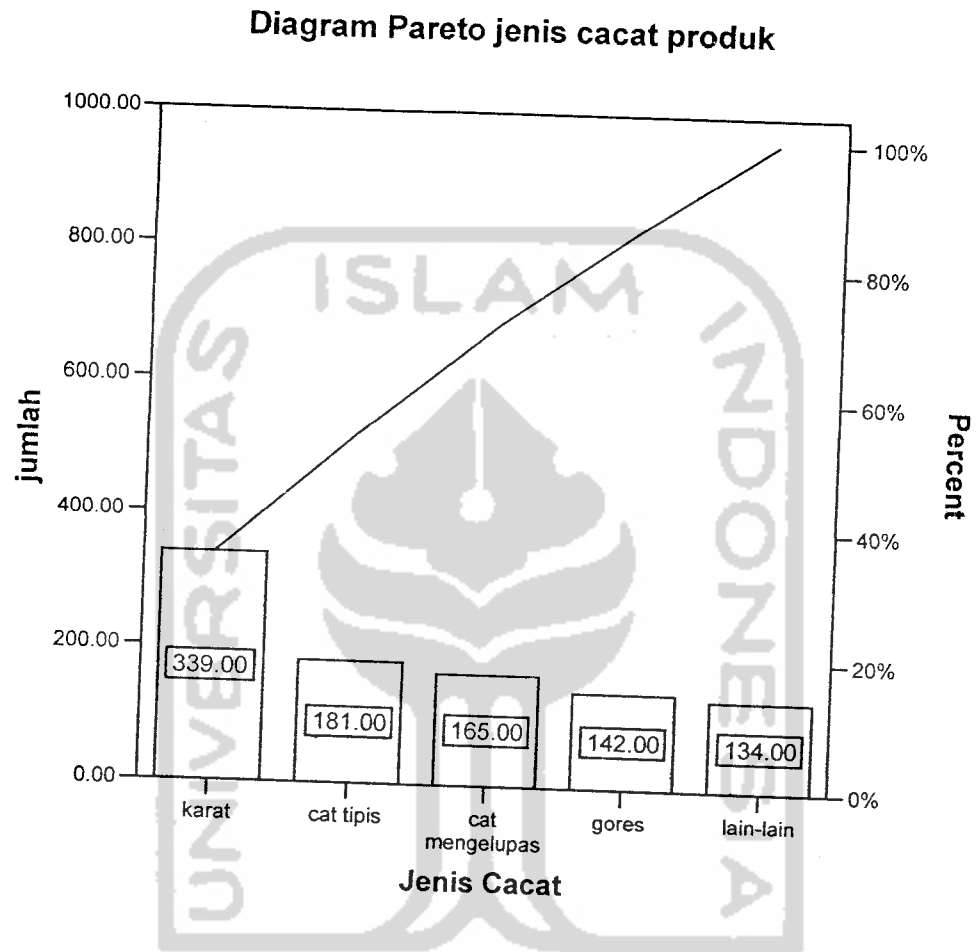
Tabel 4.8 Frekuensi Cacat Produk

No	Jenis cacat	frekuensi	Frekuensi kumulatif	Persentase	Persentase kumulatif
1	Karat	339	339	35.275	35.275
2	Cat mengelupas	165	504	17.169	52.444
3	Gores	142	646	14.776	67.22
4	Cat tipis	181	827	18.835	86.055
5	lain-lain	134	961	13.945	100
	jumlah	961		100	

Keterangan :

Tingkat kecacatan lain-lain meliputi : kotor, benjol, pelat, dan lainnya. Sedangkan dari penentuan frekuensi tingkat kecacatan produk diperoleh total frekuensi sejumlah 961 cacat dan frekuensi paling tinggi diperoleh pada cacat jenis karat dengan frekuensi 339 atau sebesar 35,275% dari total tingkat kecacatan, dan yang paling rendah adalah pada lain-lain sebesar 134 atau sebesar 13,945%.

Hal tersebut dapat digambarkan dalam diagram pareto seperti dibawah ini.



Gambar 4.7. Diagram Pareto kecacatan produk

Dari data tabel frekuensi di atas dapat disimpulkan jenis kecacatan terbesar dalam total tingkat kecacatan produk RoastingPan yaitu Karat dengan total % kecacatan sebesar 35,275%.

4.2.3 Perhitungan Tingkat DPMO dan Sigma Untuk Proses Inspeksi Akhir

Untuk menghitung tingkat DPMO dan Sigma pada proses Inspeksi akhir ini langkah yang diambil yaitu, menghitung tingkat DPO (Defect per Oppurtunity). Menunjukkan proporsi defect atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok. Dalam kasus ini digunakan 5 peluang yang diambil dari prosentase penyebab cacat dari keseluruhan jenis cacat antara lain, cat tipis, cat mengelupas, gores, karat, dan Lain-lain.

Rumus yang dipakai :

$$DPO = \frac{\text{jumlahcacat}}{\#unit \times \#peluang}$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

Perhitungan tingkat Sigma dengan cara melihat tabel Konversi Sigma atau dengan rumus pada Microsoft Excel sebagai berikut,

$$\text{normsinv}((1000000 - DPMO) / 1000000) + 1.5$$

Penentuan tingkat DPMO dan Sigma juga dapat dihitung dengan menggunakan kalkulator Six sigma yang dapat didownload dari www.Spcwizard.com

Dengan rumus di atas dapat dihitung tingkat masing-masing DPMO dan Tingkat Sigma sebagai berikut.

Tabel 4.9 Perhitungan DPMO Dan Tingkat Sigma

No	Jumlah unit	jumlah defect	jumlah peluang	DPO	DPMO	Sigma
1	1466	31	5	0.004229	4229	4.1
2	1476	24	5	0.003252	3252	4.2
3	1475	23	5	0.003119	3119	4.2
4	1461	36	5	0.004928	4928	4.1
5	1473	26	5	0.00353	3530	4.2
6	1465	33	5	0.004505	4505	4.1
7	1475	24	5	0.003254	3254	4.2
8	1461	37	5	0.005065	5065	4.1
9	1467	33	5	0.004499	4499	4.1
10	1477	22	5	0.002979	2979	4.3
11	1464	33	5	0.004508	4508	4.1
12	1468	30	5	0.004087	4087	4.1
13	1475	25	5	0.00339	3390	4.2
14	1472	28	5	0.003804	3804	4.2
15	1474	26	5	0.003528	3528	4.2
16	1468	31	5	0.004223	4223	4.1
17	1471	28	5	0.003807	3807	4.2
18	1476	22	5	0.002981	2981	4.2
19	1473	25	5	0.000005	5	4.2
20	1476	23	5	0.003117	3117	4.2
21	1463	37	5	0.005058	5058	4.1
22	1462	39	5	0.005335	5335	4.1
23	1475	41	5	0.005605	5605	4

24	1472	38	5	0.005163	5163	4.1
25	1463	41	5	0.005605	5605	4
26	1472	46	5	0.00625	6250	4
27	1473	43	5	0.005838	5838	4
28	1459	37	5	0.005072	5072	4.1
29	1458	36	5	0.004938	4938	4.1
30	1464	43	5	0.005874	5874	4
Total	44074	961	150	0.127548	127548	123.8
Rata-rata	1469.1333	32.03333333	5	0.004252	4251.6	4.1

Contoh Perhitungan Nilai Sigma untuk sampel ke-1

$$DPO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Unit x Peluang}} = \frac{D}{TOP} = \frac{D}{U \times OP}$$

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$DPO = \frac{31}{1466 \times 5} = \frac{31}{7330} = 0.004229$$

$$DPMO = 0,004229 \times 1.000.000 = 4229 \text{ DPMO}$$

Dalam tabel, angka 4229 terletak antara nilai 4350 dan 3000 dengan nilai sigma terletak antara 4.125 dan 4.25

$$\begin{aligned} \text{Nilai Sigma} &= 4.125 - \left\{ \frac{4350 - 4229}{4350 - 3000} \times (4.25 - 4.125) \right\} \\ &= 4.1 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas didapatkan, dari total jumlah cacat sebesar 961 dan jumlah sampel 44074, serta memakai asumsi nilai peluang cacat sebanyak 5 (jenis cacat yang ada), maka didapatkan nilai rata-rata DPMO sebesar 4251.6 dan nilai rata-rata Sigma 4,1.

Dengan tingkat Sigma 4,1 dan DPMO sebesar 4251.6 yang dimiliki oleh PT. Almasindo, artinya dalam satu juta produk yang dihasilkan, peluang cacat yang akan terjadi adalah sekitar 4251.6 unit cacat dan secara skoring dinilai cukup tinggi dan bersaing, mengingat tingkat DPMO rata-rata industri di Indonesia adalah pada angka 102.042 DPMO atau sekitar 2,77 Sigma. (Gaspersz, Vincent, 2002).

4.2.4. Perhitungan Tingkat Kapabilitas Proses

Kapabilitas Proses adalah suatu ukuran kinerja kritis dari proses yang telah stabil yang menunjukkan proses telah mampu menghasilkan produk sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi konsumen (CTQ individual).

Untuk data atribut, analisis kapabilitas proses tidak dapat dilakukan dengan menghitung indeks C_{pm} seperti pada data variable. Data atribut mengikuti pola distribusi

binomium, sehingga analisis kapabilitas proses menggunakan alat-alat Six Sigma seperti penentuan indeks C_{pm} dan C_{pmk} tidak dapat diterapkan.

Analisis kapabilitas untuk data atribut dapat menggunakan hasil analisis DPMO dan kapabilitas sigma sebagai ukuran kemampuan proses yang sesungguhnya, sekaligus merupakan baseline kinerja untuk peningkatan selanjutnya (Gasperz, 2002). Dari hasil analisis DPMO telah diketahui bahwa dalam 1 unit produk Roasting Pan terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal memberikan kepuasan terhadap pelanggan sebesar 4251,6 kegagalan per satu juta kesempatan. Atau dengan kata lain, produk Roasting Pan diproses pada tingkat kualitas 4,1 sigma dalam menghasilkan kepuasan bagi pelanggannya.

Dalam perhitungan Kapabilitas Proses untuk data ketidaksesuaian produk per unit inspeksi (data atribut), tingkat Kapabilitas Proses diperoleh dari nilai p-bar.

Dimana nilai p-bar = 0,022

Kapabilitas Prosesnya adalah, $1 - 0,022 = 0,978$

Artinya kemampuan untuk menghasilkan ketidaksesuaian produk per unit inspeksi, terdapat sebanyak 0,022 ketidaksesuaian dan kemampuan untuk menghasilkan bebas cacat/ ketidaksesuaian adalah sebesar 97,8%.

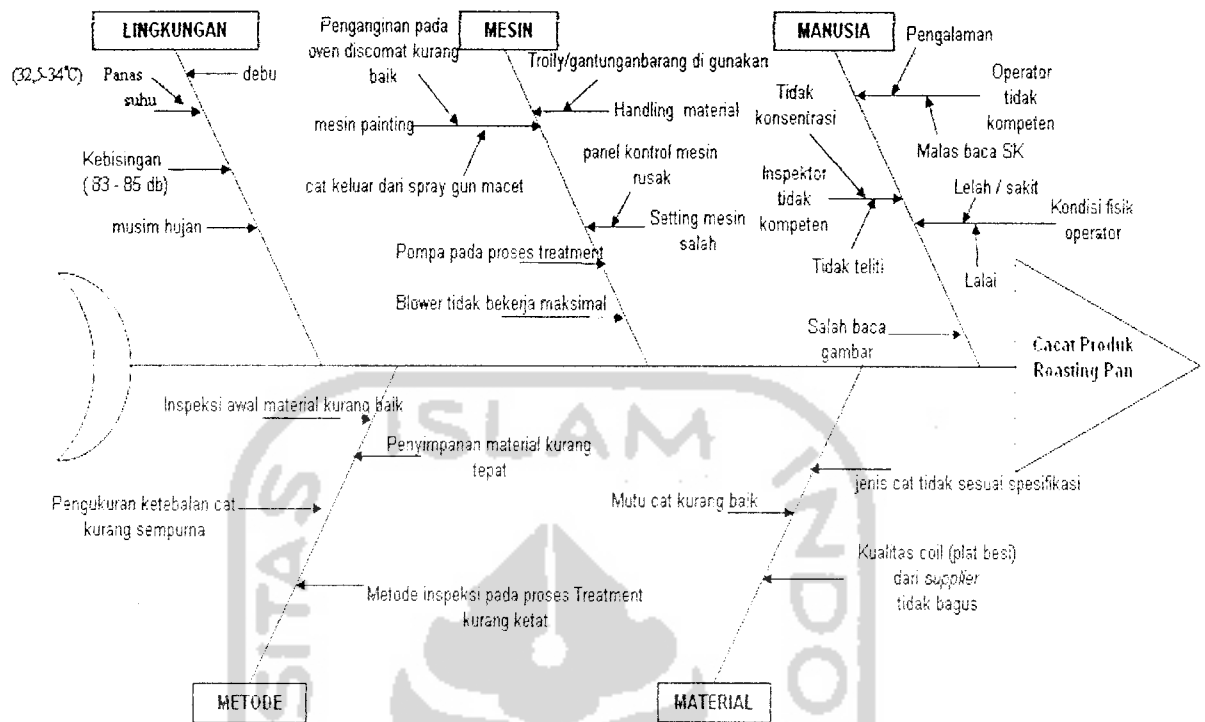
Apabila perusahaan ini meningkatkan kapabilitas prosesnya sebesar 1 atau menuju target utama yaitu Zero Deffect, maka perusahaan harus melakukan perbaikan proses terus-menerus (*continues improvement*) atau dengan menerapkan konsep *Kaizen*. Hal itu dapat dilakukan dengan cara mengurangi variasi penyebab umum (*common causes*

variation) yang melekat pada sistem produksi itu, sehingga nanti dapat mencapai tingkat nonkonformans ideal yaitu nol (zero defect).

Mengurangi variasi penyebab umum yang terjadi dalam sistem produksi dapat dilakukan melalui : pelatihan karyawan, perawatan, penggantian mesin dan peralatan, perubahan dan penyempurnaan lingkungan dan metode kerja secara lebih baik, menerapkan praktek manajemen bisnis total, total quality control, atau metode six sigma dan penerapan alat-alat proses perbaikan yang lain.

4.2.5 Membuat Analisa Fishbone Diagram

Dari data penentuan jenis cacat terbesar dapat disimpulkan semakin tinggi nilai prosentase kecacatan maka semakin tinggi pula jumlah cacat yang diakibatkan dan semakin kecil prosentase kecacatan semakin kecil pula cacat yang diakibatkan. Sehingga untuk mengurangi jumlah kecacatan terbesar yang ditimbulkan maka perlu adanya upaya untuk mengurangi penyebab kecacatan terbesar tersebut, bahkan jika perlu seluruh jenis dan penyebab kecacatan perlu dideteksi dan dilakukan upaya-upaya preventif. Data dan informasi yang diperoleh dari perusahaan dan penelitian dijadikan acuan dan input dalam menyusun diagram sebab-akibat.



Gambar 4.8. Diagram tulang ikan kualitas Produk Roasting Pan

Diagram tulang ikan pada gambar 4.8. dibuat berdasarkan hasil pengamatan secara langsung di pabrik ditambah dengan hasil *brainstorming* bersama *leader* dan operator serta pihak-pihak terkait lainnya. Dari diagram tersebut dapat diketahui beberapa penyebab umum yang mengakibatkan kecacatan terbesar. Penyebab-penyebab tersebut antara lain :

- Manusia (*Man*)

Manusia merupakan sumber variasi yang terbesar, sebab manusia memiliki tingkat kesalahan (*Human Error*) yang sangat tinggi. Lain halnya dengan mesin, yang performanya relatif lebih konstan. Kebanyakan, cacat yang terjadi diakibatkan oleh

kelalaian dan tingkat keahlian *operator* atau *inspector*. Kelalaian terjadi karena pengaruh kondisi fisik operator yang pada umumnya terpengaruh dari kondisi lingkungan tempat bekerja, seperti panas, keringat, kotor. Selain itu banyak juga *operator* yang mungkin sudah jemu atau selalu melakukan hal yang sama setiap saat, sehingga *operator* tersebut sering kali seenaknya atau kurang hati-hati dalam mengerjakan pekerjaannya. Keahlian dilatarbelakangi oleh tingkat pendidikan dan juga tingkat pengalaman *operator* tersebut. *Operator* yang ada rata-rata adalah lulusan SMU. Disamping itu, banyak *operator* yang pengalamannya belum terlalu banyak, sebagian besar *operator* merupakan *fresh graduate* dari SMU, ini tidak lain berkaitan dengan kebijakan perusahaan yang menerapkan sistem karyawan kontrak pada lini produksi.

- Material

Material juga ternyata menjadi penyebab utama terjadinya cacat. Pemilihan jenis cat yang tidak tepat dapat menyebabkan cacat cat tipis pada produk, selain itu juga dapat menyebabkan jenis cacat yang lain. Cacat lain yang disebabkan oleh buruknya material adalah karat, ini di karenakan Coil/Carbon Steel dari *supplier* memang sudah cacat. Masuknya material cacat dari *supplier* berkaitan kurang ketatnya *receiving inspection*. Untuk mengurangi cacat tersebut diperlukan adanya peningkatan pengawasan dan pengecekan terhadap spesifikasi bahan baku dalam setiap proses persiapan ataupun ketika masih digudang.

- Mesin (*Machine*)

Kondisi Oven Discomat yang tidak stabil menyebabkan besarnya tingkat cacat pada proses *Painting*. Rusaknya panel mesin berpengaruh pada saat *setting* parameter. *Setting* yang dihasilkan tidak selalu akurat karena kerusakan tersebut. Selang kompresor untuk membersihkan kotoran setelah proses *painting* juga kadang tidak bekerja maksimal, sehingga kotoran atau air masih tertinggal di dalam *Spraybooth*. Kondisi *tools*, seperti alat inspeksi juga sangat berpengaruh. Saat ini belum digunakan alat inspeksi untuk pemeriksaan *raw material* dari *supplier* yang lebih teliti dan lebih komprehensif. Pemeriksaan dilakukan secara manual dengan mengambil beberapa buah sampel, banyaknya material cacat yang lolos ke rantai produksi dapat menyebabkan ketidakakuratan proses pemeriksaan. Hal ini sangat berpengaruh pada kemampuan proses berikutnya dalam menghasilkan *output* yang berkualitas. Selain itu kondisi mesin *Blow Off* yang ditempatkan setelah proses *Treatment* tidak bekerja maksimal sehingga ada air yang masih tersisa sehingga dapat menyebabkan cat menjadi mengelupas akibat adanya air (sekat) antara part dengan cat. Desain *Trolley* dan gantungan barang yang digunakan untuk *material handling* juga dapat menyebabkan cacat pada proses *Painting*. Disamping itu pada proses *painting* tidak terdapat indikator kualitas udara dalam ruangan, sehingga cacat pada proses *painting* salah satunya adalah disebabkan oleh kotornya udara, selain itu *spray gun* tidak bekerja dengan baik, sehingga menimbulkan cat menjadi meler. Selain itu kondisi mesin Pompa penghisap pada proses *Treatment* tidak bekerja dengan baik, sehingga masih banyak terdapat sisa Lumpur fosfat yang endapannya dapat menimbulkan karat pada produk.

- Metode (*Method*)

Metode dalam bekerja dapat sangat bervariasi. Metode yang paling berdampak pada banyak cacat/ketidaksesuaian pada produk antara lain : Pengukuran ketebalan cat yang tidak sempurna, pemilihan jenis cat yang kurang tepat, dan penyimpanan material kurang baik. Selain itu pada metode inspeksi yang hanya menggunakan sampel (tidak 100%) pada setiap akhir proses, menyebabkan produk cacat pada proses sebelumnya akan dikerjakan pada proses berikutnya.

- Lingkungan (*Environment*)

Lingkungan kerja sangat berpengaruh bagaimana *operator* dan *inspector* bekerja. Kondisi lingkungan yang sangat tidak kondusif berada pada ruangan pada unit *Press Shop*, *Painting* dan ruangan unit Treatment dimana temperatur pada saat pengukuran dapat mencapai 32,5- 34° C dimana standar tingkat temperatur tempat kerja adalah 28-32° C. Temperatur yang terlalu tinggi tentunya dapat mempengaruhi kondisi fisik para pekerja yang tentunya akan berdampak pada hasil pekerjaannya yang kurang baik. Proses *Press Shop* yang membutuhkan panas tinggi berakibat pada lingkungan di sekitarnya. Sehingga menimbulkan ketidaknyamanan, terutama bagi operator, serta scrap dari proses *Press Shop* yang berserakan disekitar ruangan menyebabkan bau yang kurang sedap serta kesan kotor. Sedangkan untuk pengukuran tingkat kebisingan pada tiap-tiap stasiun kerja dapat disimpulkan bahwa semua unit masih berada dalam batas normal yang diijinkan, dengan tingkat kebisingan tidak melebihi batas tingkat kebisingan yang diizinkan yaitu 85 db.

4.2.6 Pembuatan FMEA (*Failure Modes and Effect Analysis*)

Untuk dapat mengidentifikasi sebab-sebab terjadinya masalah secara lebih spesifik, menyeluruh dan disertai dengan pembobotan angka resiko yang ditimbulkan, maka digunakan *tool* FMEA. FMEA adalah sebuah prosedur yang mampu melihat peluang-peluang kegagalan (*failure*) dari suatu produk atau proses dan disertai dengan pemberian bobot resiko relatif untuk tiap-tiap kegagalan berdasarkan kemungkinan dan dampak dari kegagalan tersebut. FMEA dapat memudahkan penyusunan tindakan perbaikan (*corrective action*) yang diperlukan pada tahap selanjutnya, yaitu tahap *improve*, karena di dalam FMEA sudah terhitung besarnya nilai resiko dari tiap-tiap kegagalan. Berdasarkan nilai-nilai resiko tersebut, maka nilai resiko yang terbesar harus segera dibuatkan tindakan perbaikannya. Nilai resiko yang tinggi ditandai dengan warna merah, nilai resiko yang sedang ditandai dengan warna kuning, dan nilai resiko yang rendah ditandai dengan warna hijau.

Data yang dibutuhkan untuk membuat FMEA sebagian besar berasal dari data hasil diagram tulang ikan dan sebagian lagi berasal dari pengamatan langsung ke tempat produksi. Dalam hal ini, FMEA yang dibuat mencakup keseluruhan rantai proses yang dilalui oleh material, yaitu sejak awal penerimaan material, hingga akhir material di packing, sehingga didalamnya menyangkut pihak pemasok (*supplier*) dan menyangkut pihak pelanggan. Sesuai dengan tujuan dibuatnya FMEA, yaitu menjabarkan seluruh potensi penyebab kegagalan, maka hasil yang diperoleh adalah berupa identifikasi sebab masalah yang paling dominan, dimana penyebab tersebut ditandai

dengan nilai RPN yang paling tinggi atau yang berwarna merah. Pembobotan angka Sev (*Severity*), Occ (*Occurance*) dan Det (*Detection*) untuk masing-masing kegagalan (*failure modes*) dilakukan secara subyektif dengan berdasarkan data historis atau pengalaman perusahaan, pengamatan proses secara langsung, dan juga berdasarkan hasil diskusi dengan pihak yang cukup ahli dalam proses manufaktur produk ini. Nilai-nilai tersebut ditentukan dengan mengikuti petunjuk skala pembobotan dari standar penentuan yang ada. Adapun standarnya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.10. Kriteria pembobotan angka *severity*

Rangking	Kriteria
1	<i>Negligible severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk. Pengguna akhir mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan atau kegagalan ini.
2 3	<i>Mild severity</i> (pengaruh buruk yang ringan/sedikit). Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja. Perbaikan dapat dikerjakan pada saat pemeliharaan reguler (<i>regular maintenance</i>)
4 5 6	<i>Moderate severity</i> (pengaruh buruk yang moderat). Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja atau penampilan, namun masih berada dalam batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan tindakan akan mahal, jika terjadi <i>downtime</i> hanya dalam waktu singkat.

7 8	<i>High severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pengaruh akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak dapat diterima, berada di luar batas toleransi. Akibat akan terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu. <i>Downtime</i> akan berakibat biaya yang sangat mahal. Penurunan kinerja dalam area yang berkaitan dengan peraturan pemerintah, namun tidak berkaitan dengan keamanan dan keselamatan.
9 10	<i>Potential safety problems</i> (masalah keselamatan/keamanan potensial). Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya yang dapat terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu. Bertentangan dengan hukum.

Tabel 4.11. Kriteria pembobotan angka *Occurance*

Ranking	Kriteria verbal	Tingkat kegagalan/kecacatan
1	Adalah tidak mungkin bahwa penyebab ini yang mengakibatkan mode kegagalan	1 dalam 1.000.000
2	Kegagalan akan jarang terjadi	1 dalam 20.000
3		1 dalam 4.000
4	Kegagalan akan mungkin terjadi	1 dalam 1.000

5		1 dalam 400
6		1 dalam 80
7	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi	1 dalam 8
10		1 dalam 2

Tabel 4.12. Kriteria pembobotan angka *Detection*

Ranking	Kriteria verbal	Tingkat kegagalan/kecacatan
1	Metode pencegahan atau deteksi sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin masih muncul terjadi.	1 dalam 1.000.000
2	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi adalah rendah.	1 dalam 20.000
3		1 dalam 4.000
4	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan atau deteksi masih memungkinkan kadang-kadang	1 dalam 1.000
5		1 dalam 400
6	penyebab terjadi.	1 dalam 80

7	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi masih tinggi. Metode pencegahan atau deteksi kurang efektif, karena penyebab masih berulang kembali.	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan atau deteksi tidak efektif. Penyebab akan selalu terjadi kembali.	1 dalam 8
10		1 dalam 2

Dari perkalian nilai-nilai Sev, Occ dan Det inilah diperoleh angka RPN untuk seluruh kegagalan. Nilai RPN yang diperoleh selanjutnya akan dijadikan sebagai patokan untuk prioritas penanganan atau perbaikan kegagalan. Ketentuan batas nilai RPN hijau adalah dari 0 sampai dengan 124, kuning dari 125 sampai dengan 249, dan merah untuk nilai RPN 250 ke atas. Berikut hasil pembuatan FMEA :

Nama proses

: Receiving

Nomor FMEA : 1

Nama produk

: Roasting Pan

Tanggal : 2 Desember 2006

o	Process Step	No	Potential Failure Mode (s)	Potential Effect(s) Of Failure	Sev	Potential Cause(s)/Mechanism(s) Of Failure	Occ	Current Process Control	Det	RPN
	Receiving	1	Raw material tidak sesuai dengan spesifikasi.	Terjadinya cacat pada proses selanjutnya, seperti karat, benjol, dll..	8	<ul style="list-style-type: none"> • Metode proses produksi di <i>supplier</i> tidak tepat • Inspeksi tidak tepat atau kurang akurat dalam mendeteksi spesifikasi yang di kehendaki. • Metode evaluasi <i>supplier</i> belum sempurna 	7	Tidak ada	3	168
								Check list instruksi kerja	5	40
								Tidak ada	3	120
				Terjadinya cacat	7	• Campuran bahan	6	Mill certificate	2	84

	Trimming pada proses Press Shop karena kualitas raw material (Coil) jelek	baku Pla. besi (Coil) tidak tepat	<i>supplier</i>	



Tabel 4.14. Failure Modes and Effect Analysis Press Shop Process

Nama proses : Press Shop

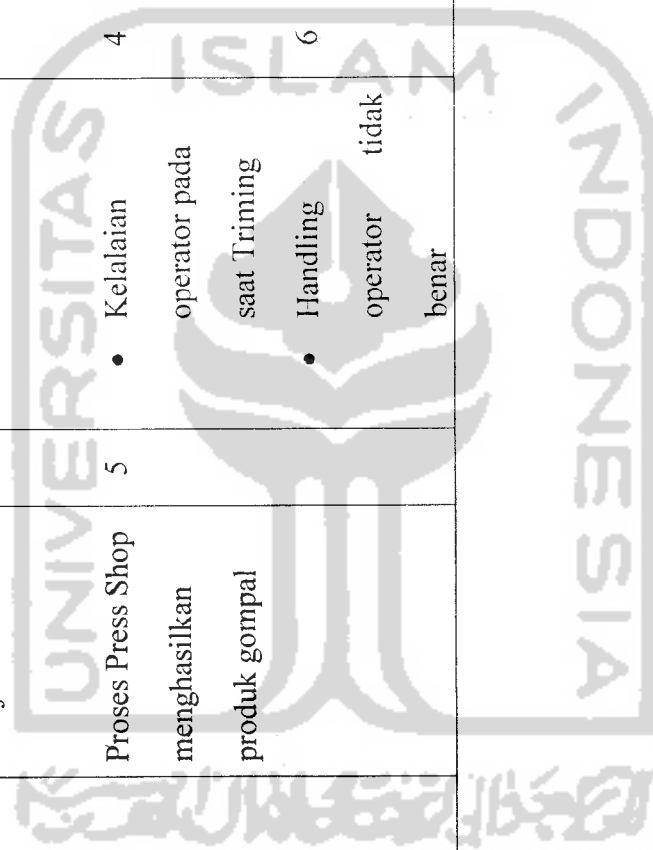
Nomor FMEA : 1

produk : Roasting Pan

Tanggal : 2 Desember 2006

No	Process Step	Potential Failure Mode (s)	Potential Effect(s) Of Failure	Sev	Potential Cause(s)/Mechanism(s) Of Failure	Occ	Current Process Control	Det	RPN
2	Press Shop	Proses Press Shop yang tidak sempurna	Proses Press Shop menghasilkan produk yang benjol	5	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur plat besi (coil) kurang panas (tidak stabil) pada saat proses press shop 	2	Check list instruksi kerja	1	10

				5	Proses Press Shop menghasilkan produk tajam/peel of tajam	• Setting parameter mesin Trimming tidak tepat	7	Visual check operator	6	210
			5	Proses Press Shop menghasilkan produk gompal	• Kelalaian operator pada saat Trimming	• Handling operator tidak benar	4	Visual check operator	7	210



Tabel 4.15. Failure Modes and Effect Analysis Treatment Process

Nama proses : Treatment

Nomor FMEA : 1

Produk : Roasting Pan

Tanggal : 2 Desember 2006

No	Process Step	Potential Failure Mode (s)	Potential Effect(s) Of Failure	Sev	Potential Cause(s)/Mechanism(s) Of Failure	Occ	Current Process Control	Det	RPN
3	Chemical Treatment	1 Proses treatment yang tidak sempurna	7 Proses Treatment menyebabkan cacat karat dan kuning pada produk.	7	<ul style="list-style-type: none"> • Kelalaian Operator pada saat penambahan zat kimia 	7	Check Maintenance	6	240
			8	8	<ul style="list-style-type: none"> • Zinc Phosphat terlalu lama mengendap 	6	Visual check QC	5	240

Tabel 4.16. Failure Modes and Effect Analysis Painting Process

Nama proses : Painting
 Nomor FMEA : 1
 Tanggal : 2 Desember 2006
 Produk : Roasting Pan

No	Process Step	Potential Failure Mode (s)	Potential Effect(s) Of Failure	Sev	Potential Cause(s)/Mechanism(s) Of Failure	Occ	Current Process Control	Det	RPN
4	Painting	Proses Painting yang tidak sempurna	Hasil proses painting terdapat cacat bintik kotor	6	<ul style="list-style-type: none"> • Ruang proses painting terdapat banyak debu. • Spray Booth kurang bersih • Adanya gumpalan cat 	4	Tidak ada	3	72
						3	Tidak ada	4	72
						4	Visco cat	4	96
			Hasil proses	6	<ul style="list-style-type: none"> • Operator spray 	6	Visual check	7	42

Tabel 4.17. Failure Modes and Effect Analysis Assembling Process

Nomor FMEA : 1
 Tanggal : 2 Desember 2006

Nama proses : Assembling
 Produk : Roasting Pan

No	Process Step	Potential Failure Mode (s)	Potential Effect(s) Of Failure	Sev	Potential Cause(s)/Mechanism(s) Of Failure	Occ	Current Process Control	Det	RPN
4	Assembling	1 Proses Assembling yang tidak sempurna	Hasil proses Assembling terdapat cacat handle/kuping cacat gompel	4	<ul style="list-style-type: none"> Operator kurang teliti (tidak konsentrasi) 	4	Check QC	5	80
			Hasil proses Assembling	5	<ul style="list-style-type: none"> Dimungkinkan pada saat 	3	Visual check QC	5	75

				handle/kuping tajam	Hasil proses Assembling kurang rapat/ renggang	6	4	
		Trimming pada Proses Press Shop kurang rapi	<ul style="list-style-type: none"> • Pada saat memasang SS rim kurang teliti 				SelfCheck operator	6
								144

Tabel 4.18. Failure Modes and Effect Analysis Packing Process

Nama proses : Packing
 Nomor FMEA : 1
 Tanggal : 2 Desember 2006

Produk : Roasting Pan

No	Process Step	Potential Failure Mode (s)	Potential Effect(s) Of Failure	Sev	Potential Cause(s)/Mechanism(s) Of Failure	Occ	Current Process Control	Det	RPN
5	Packing	1 Proses Pengemasan yang tidak sempurna	Potential Effect(s) Of Failure Kondisi poly bag dan master karton Setelah diisi barang longgar.	6	• Operator kurang teliti (tidak konsentrasi)	5	Check list instruksi kerja.	4	120

4.2.7 Pembuatan *Problem Identification and Corrective Action* (PICA)

Memasuki tahap berikutnya setelah melewati tahap analisis (*Analyze*) dalam metode *Six Sigma* adalah tahap perbaikan (*Improve*). Inti dari tahap ini adalah untuk membuat perbaikan-perbaikan atau mengusulkan tindakan-tindakan yang dapat dilakukan terhadap sebab-sebab permasalahan, dengan tujuan agar sebab permasalahan tersebut dapat diatasi bahkan dihilangkan. Tahap perbaikan (*Improve*) adalah tahap yang cukup penting dalam upaya perbaikan kualitas, sebab upaya perbaikan yang dibuat harus sangat realistis dan harus dapat disesuaikan dengan kondisi yang ada.

Tool yang digunakan pada tahap ini hanya satu, yaitu PICA (*Problem Identification and Corrective Action*). Didalam PICA terdapat keterangan mengenai perbaikan apa yang perlu dilakukan terhadap penyebab permasalahan. Melalui tahap ini, penulis berusaha untuk memberi masukan-masukan usulan perbaikan terhadap proses berdasarkan analisa identifikasi penyebab cacat yang telah dibuat pada tahap sebelumnya.

PICA dibuat berdasarkan data hasil analisa akar penyebab kegagalan yang telah diidentifikasi dengan menggunakan FMEA. Data yang diambil terutama adalah data FMEA yang memiliki nilai RPN berwarna merah, sebab nilai yang berwarna merah tersebut menunjukkan bobot yang paling besar dan yang paling mempengaruhi dalam timbulnya kegagalan.

Secara garis besar, kegagalan disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Yang menjadi faktor eksternal penyebab masalah adalah kondisi plat besi/coil (*raw material*) yang sejak awal sudah tidak baik, sedangkan faktor

internalnya adalah sistem produksi yang ada didalam perusahaan. Untuk itu, upaya-upaya perbaikan harus selalu difokus kepada kedua faktor tersebut.

Selain berdasarkan FMEA khususnya proses dengan nilai RPN dalam golongan merah, penyusunan PICA juga didasarkan pada apa yang menjadi keluhan pelanggan. Hal tersebut bertujuan menjaga hubungan baik dengan pelanggan, serta memberikan keyakinan pada pelanggan bahwa perusahaan selalu melakukan perbaikan kualitas sepanjang waktu.



Tabel 4.19. *Problem Identification and Corrective Action*

No.	Masalah	Perbaikan	Mengapa	Bagaimana	Kapan	Dimana	PIC
1	Metode inspeksi receiving material kurang memadai dengan kebutuhan pemeriksaan material	Membuat metode inspeksi awal material yang sesuai dengan kebutuhan spesifikasi produk.	Untuk menjamin kualitas coil/plat besi yang akan masuk ke dalam proses produksi adalah plat besi yang benar-benar tanpa cacat (Good)	Membuat standa. operasi dalam proses inspeksi penerimaan awal material.	6/12/2006	Area penerimaan awal	Dwi Yuli
			Untuk menjaga keakuratan hasil inspeksi	Training inspektor secara periodik untuk meningkatkan skill inspektor	6/12/2006	Area inspeksi	Firman
			Untuk menyamakan persepsi mengenai definisi cacat <i>appearance</i> ke semua pihak, terutama ke inspektor	Mensosialisasikan sample plat Good/No Good disetiap area produksi, terutama di area Persiapan Bahan dan Fabrikasi	6/12/2006	Lantai produksi	Firman
				Mengadakan validasi sistem pengukuran kepada inspektor secara periodik	6/12/2006	Area inspeksi	Rendra
2	Metode penyimpanan material salah	Meraguk letak penempatan plat di dalam gudang	Untuk menghindari terjadinya karat pada plat yang disebabkan hujan dan lembab	Menyediakan lehas berukuran selatar 2 x 3 m yang hereda di bagian dalam sudut gudang, kemudian menandainya dengan di cat warna	6/12/2006	gudang bahan baku	Firman
		Membenakan batas / rongga diantara plat-plat yang bersumpuk	Untuk menghindari cepatnya proses karat dan timbulnya <i>scratch</i> (gores)	Membatasi dengan ganjal kayu	6/12/2006	gudang bahan baku	Firman
3	Claim Customer PT Almasindo Pada Produk Roasting Pan, sudah karatan tetapi tetap dicat sebanyak 22 unit.	Memperketat inspeksi pada proses Painting khususnya.	Untuk menghindari pengerasan pada produk yang sudah dicat pada proses Treatment lebih dari 1 hari (24 jam)	Dibuatkan Standar Kerja khusus untuk proses Painting	7/12/2006	Inspection Painting Area	Dwi Yuli
				Menguji produk dengan Pre Test Painting, sebelum proses painting	7/12/2006	Area inspeksi Painting	Rendra
4	Claim Customer PT Almasindo adanya indikasi Zinc Phospat mengendap terlalu lama sehingga menyebabkan karat.	Melakukan 100% inspeksi setelah proses Treatment sebelum proses Painting	Untuk menghindari menumpuknya larutan larutan Zinc Phospat pada proses pencucian.	Membuat standart operasi mengenai proses pencucian bahan kimia pada saat pencucian produk	7/12/2006	Area inspeksi treatment	Rendra
4	Claim customer PT Almasindo dengan kondisi cat tipis pada produk Roasting Pan	Memperbaiki setting peralatan khususnya spray gun pada proses painting	Agar cat yang keluar dari spray gun lancar	Melakukan pengukuran ketebalan cat dengan menggunakan elcometer. Dengan spesifikasi ketebalan 13-20 Micron	7/12/2006	Painting area	Dedi
5	Claim Customer PT Almasindo pada produk Roasting Pan dengan kondisi cat mengembes pada produk	Perbaikan pada mesin Blow Off yang ditempatkan setelah proses Treatment agar bekerja maksimal	Agar tidak ada air yang tersisa setelah proses Treatment, sehingga tidak ada sekat part dengan cat.	Berkoordinasi dengan bagian maintenance untuk melakukan perbaikan. Pengecekan berkala pada mesin blow off. Melakukan Cross Hatch Test yaitu berang basil pengecatan akan diuji dengan menggunakan selotip 3 M 897 untuk mengetahui kekuatan rekat cat pada part.	7/12/2006	Area Inspeksi Painting	Dedi

4.2.8 Menghitung Biaya Kegagalan Kualitas

Perhitungan biaya kualitas didasarkan pada masing-masing jenis cacat yang terjadi pada Proses Inspeksi Akhir produk. Karena masing-masing jenis cacat memiliki pengaruh yang berbeda terhadap biaya kualitas, untuk itulah biaya kualitas diklasifikasikan menurut jenis-jenis cacat tersebut. Berikut adalah data biaya kualitas untuk masing-masing jenis cacat periode September 2006.

Tabel 4.20 Data Biaya kualitas Islam Roasting Pan Periode September 2006

Bulan September				
Jenis cacat	Karat	Cat tipis	Cat mengelupas	Gores
Produksi cacat	339	181	165	142
Total kapasitas produksi	47074	47074	47074	47074
Biaya perbaikan	Rp. 40.417.2	Rp. 22863.5	Rp. 24972.6	Rp. 25842.3
Total biaya	Rp. 13701430.8	Rp. 4138293.5	Rp. 4120479	Rp. 3669606.6

Sumber : Perusahaan Diolah

Keterangan : Untuk jenis cacat karat, cat mengelupas, dan gores harus memerlukan proses ulang dalam perbaikannya sehingga tidak dapat dijual. Sedangkan untuk cacat cat tipis masih dapat dijual dengan harga yang lebih murah dari harga standar produk

Perhitungan Biaya Kualitas Periode September 2006

Harga jual produk/unit = Rp. 125.000

Kapasitas produksi = 47.074 unit

Total produksi cacat = 827

Total penjualan = Rp. 125.000 x 46.247 unit = Rp. 5.780.875.000

Harga jual produk Roasting Pan dengan kondisi cat tipis = Rp. 102.500 per unit.

Akibat kondisi cat tipis pada produk tersebut, maka terjadi turun harga sebesar : Rp.

125.000 – Rp. 102.500 = Rp. 22.500/unit.

Banyak cacat cat tipis pada produk = 181 unit

Sehingga biaya kegagalan kualitas untuk atribut jenis cat tipis :

Biaya kegagalan = Jumlah cacat x turun harga

$$= 181 \text{ unit} \times \text{Rp. } 22.500 = \text{Rp. } 4.072.500$$

Sedangkan biaya perbaikan untuk kondisi cat tipis = 181 unit x Rp.22.863,5 = Rp.4.138.293,5. Karena biaya kegagalan akibat kondisi cat tipis lebih rendah daripada biaya perbaikannya, maka biaya perbaikan untuk cat tipis tidak diperhitungkan dalam perhitungan Total biaya kualitas.

Total Biaya perbaikan untuk kondisi cacat karat, cat mengelupas, dan gores

$$= (\text{Jumlah cacat karat} \times \text{biaya perbaikan}) + (\text{jumlah cat mengelupas} \times \text{biaya perbaikan}) + (\text{jumlah gores} \times \text{biaya perbaikan}) = (339 \times \text{Rp.}40.417,2) + (165 \times \text{Rp.}24.972,6) + (142 \times \text{Rp.}25.842,3) = \text{Rp. } 21.491.516,4$$

Total Biaya Kualitas = Biaya kegagalan + Total biaya perbaikan

$$= \text{Rp. } 4.072.500 + \text{Rp. } 21.491.516,4$$

$$= \text{Rp. } 25.564.016,4$$

Prosentase Total biaya kualitas terhadap Total penjualan produk

$$= \frac{\text{Rp. } 25.564.016,4}{\text{Rp. } 5.780.875.000} \times 100 \% = 0,44 \%$$



BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Analisa Data Laporan masalah

Data laporan masalah yang terdapat pada tabel 4.1. merupakan data keluhan yang di kirimkan oleh pelanggan kepada PT Almasindo. Keluhan berkaitan dengan kualitas produk yang dihasilkan oleh PT Almasindo. Berdasarkan kebijakan PT Almasindo yaitu merespon dengan cepat apa yang menjadi keluhan pelanggan untuk segera dilakukan perbaikan, maka penelitian difokuskan pada produk yang mendapat keluhan pada awal penelitian.

Dari data yang terdapat pada tabel 4.1. produk yang mendapat keluhan pada awal penelitian adalah produk Roasting Pan. Berdasarkan fakta tersebut maka penelitian difokuskan pada produk Roasting Pan.

5.2. Analisa Penetapan Permasalahan dan Pernyataan tujuan

Penetapan permasalahan dan pernyataan tujuan dibuat berdasarkan data laporan masalah yang terdapat pada tabel 4.1. dan juga berdasarkan kebijakan yang diterapkan oleh PT. Almasindo. Dari data yang didapatkan menunjukkan produk Roasting Pan memiliki frekuensi keluhan terbesar dalam periode September 2006, yaitu sebanyak 4 kali.

Dari berbagai jenis data keluhan , jenis keluhan karat merupakan jenis keluhan yang terbanyak yaitu sebanyak 66 unit. Selain memiliki kuantitas yang terbanyak jenis

cacat karat juga memiliki bobot paling tinggi untuk segera diperbaiki, hal ini didasarkan pada efek dari cacat tersebut yang berbahaya bagi kesehatan konsumen selain itu membutuhkan biaya perbaikan yang lebih besar dibandingkan jenis cacat yang lain. Dari fakta tersebut maka dapat ditetapkan permasalahan utama adalah masih rendahnya kualitas produk Roasting Pan, dengan jenis cacat karat mendesak untuk dilakukan perbaikan. Dengan tujuan meningkatkan kualitas produk, serta jenis cacat yang sama tidak akan terjadi lagi.

5.3. Analisa CTQ

Berdasarkan penetapan permasalahan dan pernyataan tujuan, maka produk Roasting Pan akan diteliti lebih mendalam. Langkah awal untuk melakukan perbaikan adalah mencari apa yang menjadi karakteristik utama yang disyaratkan oleh pelanggan, dengan menggunakan *CTQ tree*. Pembuatan *CTQ tree* didasarkan pada data keluhan pelanggan terhadap produk Roasting Pan periode September 2006 yang terdapat pada tabel 4.2. Dari pengolahan data yang terdapat pada tabel 4.2. didapatkan yang menjadi CTQ adalah cabang terakhir pada gambar 4.4., adapun penjelasannya sebagai berikut:

1. CTQ yang menyatakan “Kualitas Material yang tidak mudah berkarat” didasarkan pada keluhan pelanggan tanggal 1, 14, 23, dan 25 September 2006, yaitu adanya produk Roasting Pan yang sudah berkarat.
2. CTQ yang menyatakan “Proses Press Shop yang sempurna”, sehingga bentuk dan kualitas produk sesuai kualitas yang disyaratkan. Didasarkan pada keluhan pelanggan pada tanggal 23 September 2006. Keluhan tersebut berupa adanya produk Roasting Pan mempunyai cacat gores.

3. CTQ yang menyatakan “Proses Treatment yang tepat, sehingga menunjang kesempurnaan produk dan tidak menimbulkan cacat karat, kuning, dan sejenisnya”. Didasarkan keluhan pelanggan pada tanggal 1, 14, 23, dan 25 September 2006, yang menyatakan keluhan berupa adanya produk yang sudah berkarat tetapi tetap dicat serta adanya tanda – tanda bahwa Zinc Phospat terlampau lama sehingga menyebabkan karat.
4. CTQ yang menyatakan “Proses *painting* yang sempurna sehingga cacat tipis, kotor, cat mengelupas tidak terjadi” didasarkan keluhan pelanggan adanya indikasi rusak cat pada item Roasting Pan yang tidak diinginkan pelanggan dinyatakan pada keluhan tanggal 14 September 2006. Adanya keluhan pelanggan yang menyatakan Cacat cat tipis pada produk serta cat mengelupas pada produk dikeluhkan pelanggan pada tanggal 23 dan 25 September 2006.
5. CTQ yang menyatakan “*Material handling* yang aman, sehingga tidak mengakibatkan produk mengalami cacat gores, dll” didasarkan pada keluhan pelanggan yang menyatakan adanya cacat gores pada produk. Cacat gores dikeluhkan pelanggan pada tanggal 23 September 2006.
6. CTQ yang menyatakan “Ketepatan penanganan produk selama proses pengiriman agar tetap terjaga kualitasnya” didasarkan pada keluhan pelanggan pada tanggal 23 September 2006. Keluhan tersebut menyatakan terjadinya kerusakan/cacat pada produk pada saat pengiriman..

5.4 Penentuan Tingkat Ketidaksesuaian Dan Uji Kendali Produk.

Pada tahap ini adalah untuk menentukan dan menguji tingkat ketidaksesuaian produk, apakah variasi yang terjadi terkendali atau tidak, selain itu berguna untuk mengendalikan karakteristik kualitas dari item-item tersebut.

Peta kontrol p digunakan untuk mengukur tingkat ketidaksesuaian (penyimpangan atau disebut cacat) dari item-item dalam kelompok yang diinspeksi. Dengan demikian peta kontrol p digunakan untuk mengendalikan ketidaksesuaian dari item-item yang tidak memenuhi syarat spesifikasi kualitas atau produk cacat yang dihasilkan dalam suatu proses.

Dari hasil pengolahan data pada uji pengendalian produk dengan peta kendali p, didapatkan tingkat rata-rata proporsi cacat adalah 0,0225 dari unit yang inspeksi untuk satu unit produk dari seluruh populasi sampel sebanyak 44.074 unit produk Roasting Pan. Sedangkan tingkat ketidaksesuaian berada pada batas kontrol atas (UCL) sebesar 0,0345 dan Batas Kontrol Bawah (LCL) sebesar 0,0105 serta tingkat ketidaksesuaian rata-rata sebesar 0,0225.

Dengan hasil tersebut, dapat dilihat pada peta kontrol p, lihat gambar 4.6, tingkat ketidaksesuaian yang terjadi masih dapat ditoleransi karena variasi masih berada dalam daerah kendali p dan proses dapat dikatakan stabil, sedang variasi yang terjadi dikarenakan oleh *common causes variation*.

5.5 Analisa Tingkat DPMO Dan Sigma

Dari hasil perhitungan tingkat DPMO dan Sigma, kinerja dari perusahaan dapat dilihat dari tingkat DPMO dan Sigma yang diperoleh. Dengan nilai rata-rata DPMO sebesar 4251,6 dan dengan tingkat Sigma pada level 4 hingga 4,3, namun secara keseluruhan kinerja perusahaan rata-rata pada tingkat 4,1 Sigma.

Dengan tingkat DPMO sebesar 4251,6 artinya dalam satu juta kesempatan untuk cacat, terdapat 4251,6 produk cacat yang terjadi. Hal ini menunjukkan tingkat DPMO dan Sigma yang diperoleh masih berada di bawah target, yaitu sebesar 4,5 Sigma atau DPMO 1300, yang berarti 1300 cacat terjadi dalam satu juta kesempatan. Namun dengan tingkat kapabilitas DPMO 4251,6 dan pada tingkat 4,1 Sigma, PT. Almasindo sudah cukup kuat untuk bersaing di pasar nasional maupun internasional. Mengingat tingkat Sigma rata-rata industri di Indonesia adalah sekitar 2,77 Sigma pada angka 102.042 DPMO. (Gaspersz, Vincent, 2002).

5.6 Analisa Tingkat Kapabilitas Proses

Perhitungan pada tingkat ini adalah untuk menghitung kemampuan proses perusahaan untuk mengetahui prosentase atau indeks kapabilitas proses yang terjadi dalam proses produksi. Kapabilitas proses ini ditentukan oleh variasi yang bersumber dari penyebab umum. Hasil perhitungan tingkat kapabilitas proses ini menggambarkan performansi terbaik dari proses itu sendiri dan sangat berkaitan dengan variasi proses itu sendiri.

Dari perhitungan diperoleh tingkat kapabilitas proses yang diperoleh adalah sebesar 0,978. Kemudian untuk upaya perusahaan dalam meningkatkan kapabilitas proses, manajemen harus mengurangi variasi penyebab umum yang terjadi melalui perbaikan terus menerus dan menjadikan peta kendali di atas sebagai patokan atau tolak ukur dalam perbaikan kedepan, serta dengan melakukan program-program perbaikan yang ada.

5.7 Analisa Hubungan antara Kapabilitas Proses dengan Tingkat Sigma

Disini akan dianalisa hubungan antara tingkat Kapabilitas Sigma dengan Kapabilitas proses yang dicapai dalam penelitian ini.

Dengan nilai Kapabilitas Proses sebesar 0,978 dan rata-rata Tingkat Sigma sebesar 4,1, maka dapat diambil kesimpulan, semakin tinggi tingkat Kapabilitas proses, maka akan semakin tinggi pula tingkat Sigma yang dicapai. Hal itu akan menunjukkan semakin kecil ketidaksesuaian produk yang dihasilkan maka akan semakin besar tingkat Sigma yang dihasilkan.

5.8 Analisa Diagram Fishbone

Secara umum, kecacatan produk disebabkan oleh beberapa faktor seperti manusia (tenaga kerja), mesin, material, metode kerja dan lingkungan kerja. Dari hasil pembuatan *fishbone diagram* yang ditunjukkan gambar 4.8. dapat diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi kegagalan dalam proses produksi produk Roasting Pan. Untuk selanjutnya analisa akan ditekankan pada sebab-sebab khusus terjadinya cacat karat, yang mendesak untuk dilakukan perbaikan segera. Karena cacat tersebut berkaitan langsung dengan fungsi produk. Disamping itu jenis cacat karat juga memiliki bobot cacat 2 kali lebih besar jika

dibandingkan jenis - jenis cacat yang lain, hal ini didasarkan pada perbandingan biaya perbaikan untuk masing – masing jenis cacat. Adapun faktor-faktor penyebab terjadinya cacat karat adalah sebagai berikut:

1). Faktor manusia :

- a. Inspektur kurang teliti pada saat melakukan inspeksi awal penerimaan material.
- b. Kurangnya ketrampilan dari para pekerja terhadap instruksi kerja (work instruction) ataupun tugas yang dibebankan kepadanya sebagai operator pada saat pencucian pada proses Treatment. Ini akibat dari tingkat pendidikan, dan masa kerja yang relative kurang. Operator yang bekerja pada saat proses Treatment di PT Almasindo rata-rata masih kurang dari 5 tahun.
- c. Sikap kerja yang kurang profesional, yaitu seringnya mereka berbicara dengan sesama pekerja dan itu akan mengakibatkan kurangnya konsentrasi dan mengakibatkan ada beberapa tugas yang kurang mereka perhatikan, seperti: pengecekan point larutan khususnya Zinc Fosfat dan Accelerator yang harus dilakukan setiap 2 jam sekali.

Tabel 5.1. Daftar Latar Belakang Operator Proses Treatment

SHIFT	JUMLAH PEKERJA	TINGKAT PENDIDIKAN		MASA KERJA (Tahun)			USIA (Tahun)			
		SMU	D3	< 3	3-5	> 5	<20	20-25	26-30	>30
1	6	4	2	2	2	2	1	2	2	1
2	6	3	3	1	4	1	-	3	2	1

Objek dan Lokasi Pengamatan : Bagian Treatment dan pada area penerimaan awal material.

2). Faktor metode :

- a. Metode inspeksi receiving material kurang memadai dengan kebutuhan pemeriksaan material. Pemeriksaan awal material yang kurang baik dapat mengakibatkan kualitas produk menjadi rendah, karena kualitas bahan baku (plat besi) yang akan masuk kedalam proses produksi haruslah plat besi yang benar-benar tanpa cacat.

Pengamatan dilakukan di *Receiving area*.

- b. Metode penyimpanan material kurang tepat, yaitu tidak ada batas/rongga diantara plat-plat yang bertumpuk.

Pengamatan dilakukan di gudang bahan baku

3). Faktor Mesin :

- Mesin Pompa penghisap tidak bekerja dengan baik, sehingga masih terdapat sisa Lumpur fosfat pada saat proses pencucian (Treatment). Penyebabnya adalah perawatan mesin yang kurang. Dari segi perawatan ada beberapa yang kurang diperhatikan oleh operator antara lain : pembersihan sisa – sisa Lumpur Fosfat yang seharusnya dilakukan setiap hari tapi pada kenyataannya seminggu sekali.

Pengamatan dilakukan pada bagian Treatment.

4) Faktor Material :

- Jenis bahan baku (coil) kurang baik, dimana tanda-tanda / indikasi karat sudah tampak.

Pengamatan dilakukan di *Receiving area*.

5). Faktor Lingkungan

a. Kebisingan

- Dengan menggunakan Sound Level Meter dapat diukur bahwa rata-rata tingkat kebisingan pada semua stasiun kerja adalah 83,5 dB. Hal tersebut masih dibawah batas ambang kebisingan yaitu sebesar 85 dB untuk satu shift atau 8 jam kerja. (Edaran Menteri Tenaga Kerja No. SF 01/ MEN/1978). Pada tingkat kebisingan 83,5 dB ini dianggap bahwa kondisi kerja masih dalam tahap normal dan nyaman untuk bekerja.

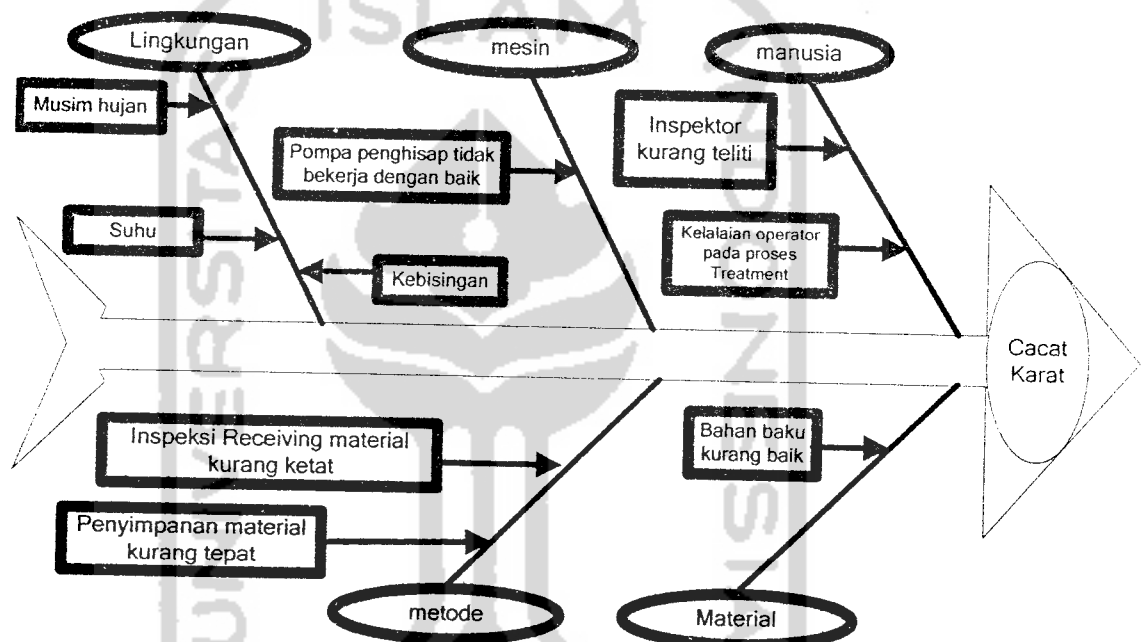
b. Suhu

- Pengukuran suhu dengan menggunakan termometer ruangan terukur 32,5-34 ° C pada ruangan unit Paining dan Treatment. Temperatur tersebut dinilai cukup tinggi dimana keadaan normal dalam bekerja adalah suhu berkisar 28 - 32°C. Ini merupakan kondisi kerja yang masuk dalam kategori kurang nyaman untuk daerah tropis. Hal tersebut perlu diupayakan oleh Perusahaan yaitu dengan memberikan pendingin ruangan (AC), serta menggunakan bahan/warna dinding yang dapat menyerap panas, dll.

c. Musim hujan

Selain faktor suhu, faktor musim juga menjadi penyebab utama terjadinya cacat karat pada produk Roasting Pan.

Objek dan Lokasi Pengamatan : Gudang bahan baku.



Gambar 5.1. Fishbone Diagram Cacat Karat

5.9 Analisa FMEA

Dari tabel FMEA yang telah dibuat pada Bab IV maka akan terdapat beberapa proses yang memiliki nilai RPN diatas 250 yang akan ditandai dengan warna merah. Hal itu menunjukkan proses tersebut memiliki tingkat kegagalan yang tinggi, sehingga mendesak

untuk segera dilakukan perbaikan. Berikut ini analisa terhadap proses yang memiliki nilai RPN diatas 250 atau berwarna merah:

1. Cacat karat yang terjadi pada awal proses Receiving. Pada proses ini memiliki nilai RPN tertinggi yaitu sebesar 320. Cacat tersebut terjadi karena Raw material (bahan baku) tidak sesuai dengan spesifikasi. Hal ini dapat disebabkan antara lain karena metode proses produksi di Supplier tidak tepat, sehingga sangat diperlukan metode evaluasi terhadap supplier agar kualitas dari bahan baku dapat terjamin. Disamping itu cacat karat pada proses Receiving juga akibat dari Inspeksi yang kurang tepat pada saat pemeriksaan awal material. Solusi yang memungkinkan untuk meminimalisir cacat karat yaitu dengan membuat standart operasi dalam proses inspeksi penerimaan awal material, selain itu Training inspector secara periodik juga diperlukan untuk meningkatkan skill dari inspector.
2. Proses kedua yang memiliki nilai RPN tinggi adalah proses Treatment dengan nilai RPN sebesar 294 dan 288. Cacat terjadi pada proses yaitu cacat karat dan kuning pada produk. Cacat ini terjadi karena kesalahan operator pada saat penambahan bahan kimia pada proses pencucian. Adapun standart point untuk masing-masing bahan kimia adalah sebagai berikut : Larutan Degreaser advance Standart point 2,5-5 ml, Larutan degreaser Standart point 25-40 ml, Larutan surface Standart point 2-4 ml, dan larutan Zinc Fosfat 40-50 ml. Disamping itu cacat pada proses ini juga diakibatkan dari mesin pompa penghisap yang tidak bekerja sempurna sehingga masih banyak terdapat sisa Lumpur fosfat yang bila mengendap terlalu lama dapat mengakibatkan cacat karat pada produk.

3. Proses ketiga yang memiliki nilai RPN tinggi adalah proses Painting dengan nilai RPN sebesar 252. Cacat yang terjadi pada proses ini adalah hasil proses cat tipis. Dimana spesifikasi untuk ketebalan cat adalah 13-20 micron. Cacat pada proses ini disebabkan operator spray kurang teliti dalam mengukur ketebalan cat pada produk.

5.10 Analisa PICA

Pada tabel PICA yang telah dibuat pada bab IV akan dijelaskan mengenai rekomendasi perbaikan yang akan diberikan untuk memperbaiki proses yang ada pada saat ini. Adapun saran yang diberikan akan berdasarkan pada keluhan pelanggan dan hasil tabel FMEA dengan proses yang memiliki nilai RPN diatas 250. Berikut penjelasan masing-masing poin rekomendasi perbaikan yang berdasarkan pada keluhan pelanggan.

1. Menindaklanjuti kejadian cacat pada produk RoastingPan sudah karatan tetapi tetap dicat yang dikeluhkan oleh pelanggan, yaitu dengan memperketat inspeksi pada proses Painting. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari pengecatan pada produk yang sudah dicuci pada proses Treatment lebih dari 1 hari (24 jam). Perbaikan yang direkomendasikan yaitu dengan membuat standar kerja khusus sebelum dilakukan proses Painting.
2. Menindaklanjuti kejadian cacat pada produk adanya indikasi Zinc Phospat mengendap terlalu lama sehingga menyebabkan karat yang dikeluhkan oleh pelanggan, yaitu dengan melakukan 1000 % inspeksi setelah proses Treatment. Hal tersebut dilakukan agar pada produk yang banyak terdapat endapan Zinc Phospat dapat segera diketahui dan segera dilakukan proses pencucian ulang. Selain itu juga dibuat standart operasi

mengenai penambahan bahan kimia pada saat pencucian produk. Dari SOP itu diharapkan operator akan melakukan proses pencucian (Treatment) dengan benar.

3. Menindaklanjuti adanya keluhan pelanggan mengenai kondisi cat tipis pada produk, yaitu dengan memperbaiki setting peralatan khususnya spray gun pada proses Painting. Hal tersebut dikarenakan berdasarkan analisa, cat tipis pada produk diakibatkan spray gun untuk pengecatan macet. Selain itu diperlukan juga perlu dilakukan pengukuran ulang ketebalan cat dengan menggunakan elcometer, agar ketebalan cat dapat sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.
4. Menindaklanjuti kejadian cacat cat mengelupas yang dikeluhkan oleh pelanggan, yaitu dengan memperbaiki mesin blow off yang ditempatkan setelah proses pencucian, atau dengan menambah kapasitas mesin blow off. Hal itu dikarenakan berdasarkan analisa, cat yang mengelupas diakibatkan adanya air yang masih tersisa sebelum proses Painting. Sehingga terdapat sekat antara cat dengan part yang mengakibatkan cat tidak menempel secara optimal. Untuk membersihkan air secara baik yaitu dengan kekuatan mesin blow yang besar.

Berikut ini adalah rekomendasi perbaikan proses internal yang didasarkan pada hasil analisa pada tabel FMEA :

1. Untuk cacat karat yang terjadi pada akibat kualitas material yang kurang baik, perbaikan yang direkomendasikan yaitu dengan membuat metode inspeksi awal yang sesuai dengan kebutuhan spesifikasi produk. Hal tersebut dilakukan dengan membuat standar operasi dalam proses inspeksi penerimaan awal material. Selain itu juga

- diperlukan Training terhadap inspektor secara periodik untuk meningkatkan skill inspektor.
2. Rekomendasi yang dilakukan untuk mengantisipasi cacat karat yang terjadi pada area penyimpanan material, yaitu dengan mengatur letak penempatan Plat didalam gudang dengan menyediakan lokasi berukuran sekitar 2 x 3 m yang berada dibagian dalam sudut gudang, kemudian menandainya dengan di cat warna. Hal tersebut dilakukan untuk menghindari terjadinya karat pada plat yang disebabkan hujan dan lembab.
 3. Untuk cacat dengan kondisi cat mengelupas pada produk rekomendasi perbaikan yang dilakukan yaitu dengan melakukan Cross Hatch Test yaitu menguji barang hasil pengecatan dengan menggunakan selotip 3 M 897 untuk mengetahui kekuatan rekat cat pada produk.

5.11 Analisa Biaya Kualitas

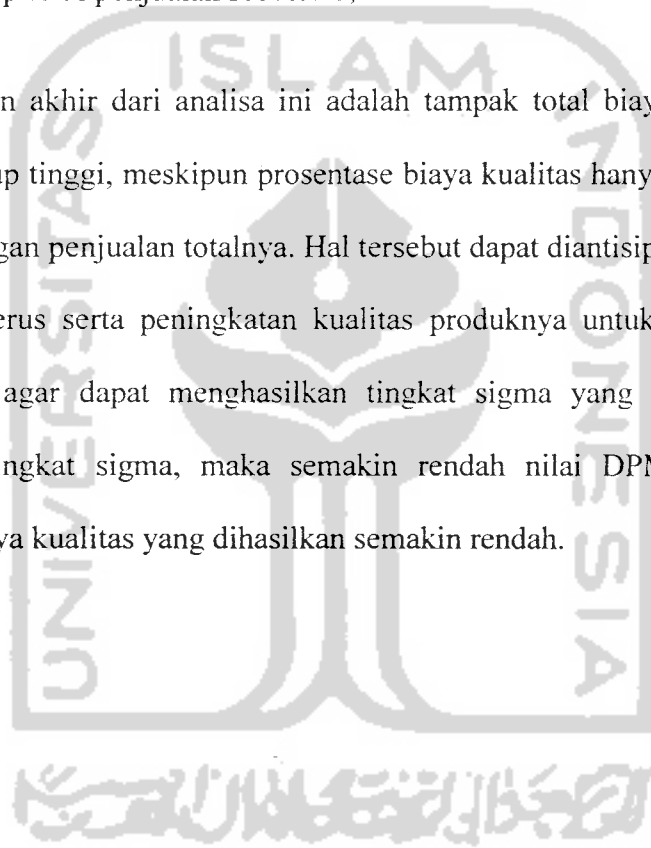
Biaya kualitas merupakan biaya yang dikeluarkan perusahaan karena menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan standar, dalam penelitian ini biaya kualitas muncul akibat cacat yang terjadi pada produk. Karena masing-masing jenis cacat memiliki pengaruh yang berbeda terhadap biaya kualitas, untuk itulah biaya kualitas diklasifikasikan menurut jenis-jenis cacat tersebut.

Dari perhitungan biaya kualitas yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa jenis cacat karat menghasilkan biaya perbaikan yang terbesar diantara jenis cacat lainnya dengan total biaya perbaikan sebesar Rp. 13.701.430,8. Sedangkan untuk kondisi cacat cat tipis pada produk dapat dijual langsung dengan harga yang lebih murah. Karena biaya kegagalan akibat kondisi cat tipis lebih rendah daripada biaya perbaikannya, maka

Perusahaan mengambil kebijakan untuk menjual produk dengan kondisi cat tipis dari pada melakukan perbaikan. Total biaya perbaikan untuk 181 unit produk dengan kondisi cat tipis adalah sebesar Rp.4.138.293,5. Sedangkan total biaya kegagalan akibat dari kondisi cat tipis adalah sebesar Rp. Rp. 4.072.500.

Oleh karena itu, total biaya kualitas yang harus dikeluarkan oleh perusahaan selama periode bulan September 2006 adalah sebesar Rp. 25.564.016,4. Dengan prosentase terhadap total penjualan sebesar 0,44 %.

Kesimpulan akhir dari analisa ini adalah tampak total biaya kegagalan kualitas dinilai masih cukup tinggi, meskipun prosentase biaya kualitas hanya sebesar 0,44 % jika dibandingkan dengan penjualan totalnya. Hal tersebut dapat diantisipasi dengan perbaikan secara terus menerus serta peningkatan kualitas produknya untuk mengurangi jumlah produk cacatnya agar dapat menghasilkan tingkat sigma yang lebih tinggi. Karena semakin tinggi tingkat sigma, maka semakin rendah nilai DPMO yang dihasilkan demikian pula biaya kualitas yang dihasilkan semakin rendah.



BAB VI

Kesimpulan Dan Saran.

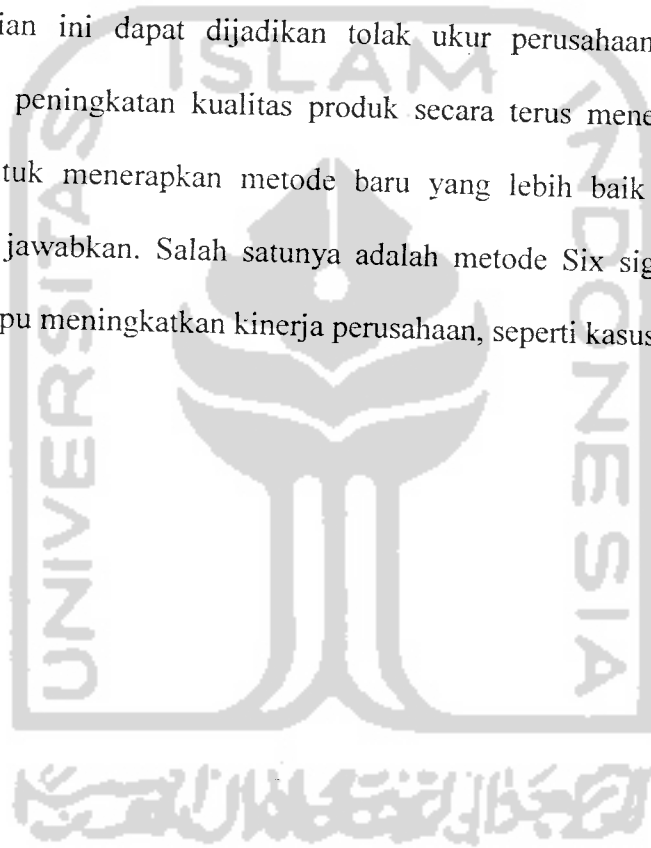
6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Hasil pengukuran kinerja pada tingkat outcomes menunjukkan bahwa rata-rata kinerja perusahaan berada pada level 4.1 Sigma selama periode penelitian (September 2006). Kondisi ini memberikan hasil yang sangat baik dan produk cukup kuat untuk bersaing, mengingat rata-rata tingkat sigma perusahaan di Indonesia sekitar 2,77 Sigma.
2. Untuk meningkatkan kualitas produk dapat dilakukan dengan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab ketidaksesuaian atau variasi meliputi: Faktor manusia, mesin dan peralatan, material, metode dan lingkungan kerja. Selanjutnya dilakukan tindakan perbaikan, terutama untuk jenis cacat karat yang dinilai memiliki kuantitas dan bobot yang tinggi untuk segera diperbaiki, yaitu dengan lebih meningkatkan lagi inspeksi awal terhadap material yang baru masuk, selain itu juga diperlukan standar kerja khusus pada proses yang berpotensi menimbulkan cacat karat pada produk.
3. Total biaya kualitas yang dikeluarkan Perusahaan selama periode bulan September adalah sebesar Rp. 25.564.016,4

6.2 Saran

1. Kinerja PT. Almasindo yang berada pada level Sigma 4,1 untuk rata-rata kinerja perusahaan di Indonesia sudah cukup bagus, mengingat rata-rata tingkat Sigma perusahaan di Indonesia sekitar 2,77. Akan tetapi perlu upaya untuk mempertahankan tingkat Sigma tersebut dan meningkatkannya lagi sehingga target manajemen dapat tercapai .
2. Hasil penelitian ini dapat dijadikan tolak ukur perusahaan dalam upaya proses perbaikan dan peningkatan kualitas produk secara terus menerus. Perusahaan juga diharapkan untuk menerapkan metode baru yang lebih baik dan benar-benar bisa dipertanggung jawabkan. Salah satunya adalah metode Six sigma, yang benar-benar teruji dan mampu meningkatkan kinerja perusahaan, seperti kasus Motorola dan GE.



Daftar Pustaka

- Ariani, Dorothea Wahyu (2004). *Pengendalian Kualitas Statistik*, Andi, Yogyakarta.
- Barnes, Ralph M (1980). *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*, John Wiley & Sons, Inc
- Besterfield, Dale H (1994). *Quality Control*, Fourth Edition, New Jersey : Prentice - Hall International Inc
- Dewi, Retno (2001). *Kondisi Indonesia saat ini dan Hubungannya dengan Pertumbuhan Industri*, TEKNOIN, Vol. VI, No.3, September, 245-261.
- Faure, Lesley Munro, Malcolm Munro Faure (1996). *Menerapkan Manajemen Mutu Terpadu*, Terjemahan, Jakarta, Penerbit : PT. Elex Media Komputindo, Gramedia.
- Feigenbaum, A.V (1989). *Kendali Mutu Terpadu*, Erlangga, Jakarta.
- Firmansyah, Agus (2002). *Peningkatan Pelayanan terhadap Customer dengan mempercepat Proses Time Approval Menggunakan Metode Six Sigma*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Gaspersz, Vincent (1998). *Statistical process Control (Manajemen Bisnis Total)*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gaspersz, Vincent (2001). *Total Quality Management*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gaspersz, Vincent (2002). *Pedoman implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA dan HACCP*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Harry, Mikel. Schroeder, Richard. (2000). *The Breakthrough Management Strategy Revolutioning the World's Top Corporations*, Doubleday, New York
- Ishikawa, K. (1985). *What is Total Quality Control the Japanese Whay?* Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc
- Juran, Joseph. M (1989). *Juran On Quality By Design*, The Free Press. A division of Macmillan Company, Inc
- Melani, Anton (2003). *Konsep Six Sigma Sebagai Alat Analisa Pengendalian Kualitas Produk*. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Montgomery, Douglas C (1996) *Pengantar Pengendalian Kualitas*. Gadjah Mada University Press.

Ovetveit, Jhon (2000). *Total Quality Management in European Healthcare*. International Journal of Health Care Quality Assurance, Bergen University, Norway.

Pangestu, Jimmy (2001). *Analisis Pengendalian Biaya Kualitas Didalam Membantu Pengambilan Keputusan Tentang Peningkatan Kualitas*. Tugas Akhir, Universitas Kristen Petra, Surabaya.

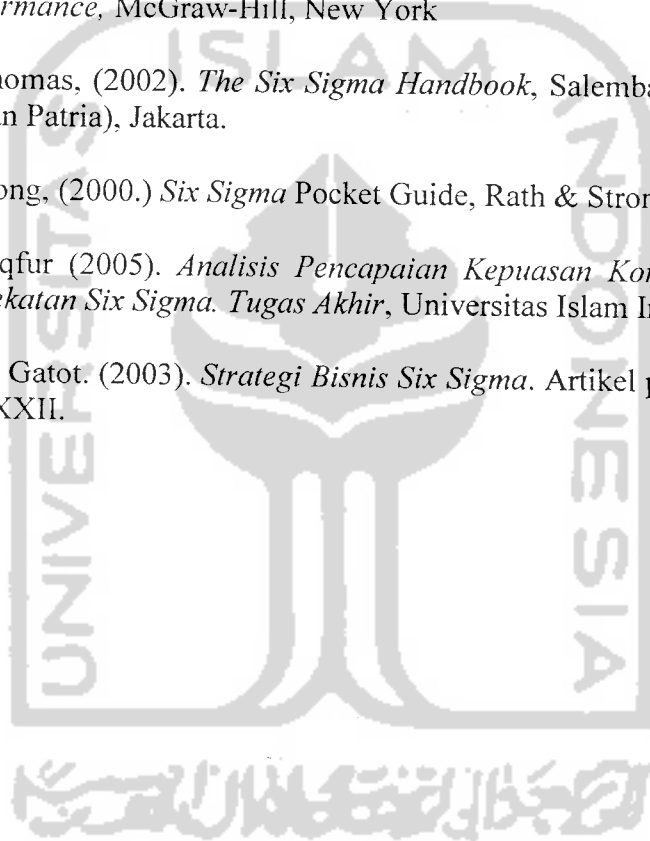
Peter S, Pande. Robert P, Neuman. Roland R. Cavanagh. (2000) *The Six Sigma Way : How GE, Motorola and Other Top Companies are Honing Their Performance*, McGraw-Hill, New York

Pyzdek, Thomas. (2002). *The Six Sigma Handbook*, Salemba Empat (PT. Salemba Emban Patria), Jakarta.

Rath & Strong. (2000.) *Six Sigma Pocket Guide*, Rath & Strong, Massachusetts

Rosad, Maqfur (2005). *Analisis Pencapaian Kepuasan Konsumen Menggunakan Pendekatan Six Sigma*. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

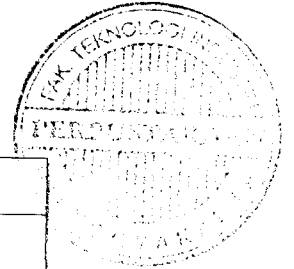
Widayanto, Gatot. (2003). *Strategi Bisnis Six Sigma*. Artikel pada usahawan No. 01 Th XXXII.



LAMPIRAN



TABEL KONVERSI SIX SIGMA



YIELD (%)	DPMO	SIGMA
6,66	933200	0
8,455	915450	0,125
10,56	894400	0,25
13,03	869700	0,375
15,87	841300	0,5
19,08	809200	0,625
22,66	773400	0,75
26,595	734050	0,875
30,85	691500	1
35,435	645650	1,125
40,13	598700	1,25
45,025	549750	1,375
50	500000	1,5
54,975	450250	1,625
59,87	401300	1,75
64,565	354350	1,875
69,15	308500	2
73,405	265950	2,125
77,34	226600	2,25
80,92	190800	2,375
84,13	158700	2,5
86,97	130300	2,625
89,44	105600	2,75
91,545	84550	2,875

93,32	66800	3
94,79	52100	3,125
95,99	40100	3,25
96,96	30400	3,375
97,73	22700	3,5
98,32	16800	3,625
99,78	112200	3,75
99,12	8800	3,875
99,38	6200	4
99,565	4350	4,125
99,7	3000	4,25
99,795	2050	4,375
99,87	1300	4,5
99,91	900	4,625
99,94	600	4,75
99,96	400	4,875
99,977	230	5,
99,982	180	5,125
99,987	130	5,25
99,992	80	5,375
99,997	30	5,5
99,99767	23,35	5,625
99,99833	16,7	5,75
99,999	10,05	5,875
99,99966	3,4	6

Luas area di bawah kurva normal standar kumulatif Z

z	0,00	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,05	-0,06	-0,07	-0,08	-0,09
-3,40	0,000337	0,000325	0,000313	0,000302	0,000291	0,000280	0,000270	0,000260	0,000251	0,000242
-3,30	0,000483	0,000467	0,000450	0,000434	0,000419	0,000404	0,000390	0,000376	0,000362	0,000350
-3,20	0,000687	0,000664	0,000641	0,000619	0,000598	0,000577	0,000557	0,000538	0,000519	0,000501
-3,10	0,000968	0,000936	0,000904	0,000874	0,000845	0,000816	0,000789	0,000762	0,000736	0,000711
-3,00	0,001350	0,001306	0,001264	0,001223	0,001183	0,001144	0,001107	0,001070	0,001035	0,001001
-2,90	0,001866	0,001807	0,001750	0,001695	0,001641	0,001589	0,001538	0,001489	0,001441	0,001395
-2,80	0,002555	0,002477	0,002401	0,002327	0,002256	0,002186	0,002118	0,002052	0,001988	0,001926
-2,70	0,003467	0,003364	0,003264	0,003167	0,003072	0,002980	0,002890	0,002803	0,002718	0,002635
-2,60	0,004661	0,004527	0,004397	0,004269	0,004145	0,004025	0,003907	0,003793	0,003681	0,003573
-2,50	0,006210	0,006037	0,005868	0,005703	0,005543	0,005386	0,005234	0,005085	0,004940	0,004799
-2,40	0,008198	0,007976	0,007760	0,007549	0,007344	0,007143	0,006947	0,006756	0,006569	0,006387
-2,30	0,010724	0,010444	0,010170	0,009903	0,009642	0,009387	0,009137	0,008894	0,008656	0,008424
-2,20	0,013903	0,013553	0,013209	0,012874	0,012545	0,012224	0,011911	0,011604	0,011304	0,011011
-2,10	0,017864	0,017429	0,017003	0,016586	0,016177	0,015778	0,015386	0,015003	0,014629	0,014262
-2,00	0,022750	0,022216	0,021692	0,021178	0,020675	0,020182	0,019699	0,019226	0,018763	0,018309
-1,90	0,028716	0,028067	0,027429	0,026803	0,026190	0,025588	0,024998	0,024419	0,023852	0,023295
-1,80	0,035930	0,035148	0,034379	0,033625	0,032884	0,032157	0,031443	0,030742	0,030054	0,029379
-1,70	0,044565	0,043633	0,042716	0,041815	0,040929	0,040059	0,039204	0,038364	0,037538	0,036727
-1,60	0,054799	0,053699	0,052616	0,051551	0,050503	0,049471	0,048457	0,047460	0,046479	0,045514
-1,50	0,066807	0,065522	0,064256	0,063008	0,061780	0,060571	0,059380	0,058208	0,057053	0,055917
-1,40	0,080757	0,079270	0,077804	0,076359	0,074934	0,073529	0,072145	0,070781	0,069437	0,068112
-1,30	0,096801	0,095098	0,093418	0,091759	0,090123	0,088508	0,086915	0,085344	0,083793	0,082264
-1,20	0,115070	0,113140	0,111233	0,109349	0,107488	0,105650	0,103835	0,102042	0,100273	0,098525
-1,10	0,135666	0,133500	0,131357	0,129238	0,127143	0,125072	0,123024	0,121001	0,119000	0,117023
-1,00	0,158655	0,156248	0,153864	0,151505	0,149170	0,146859	0,144572	0,142310	0,140071	0,137857
-0,90	0,184060	0,181411	0,178786	0,176186	0,173609	0,171056	0,168528	0,166023	0,163543	0,161087
-0,80	0,211855	0,208970	0,206108	0,203269	0,200454	0,197662	0,194894	0,192150	0,189430	0,186733
-0,70	0,241964	0,238852	0,235762	0,232695	0,229650	0,226627	0,223627	0,220650	0,217695	0,214764
-0,60	0,274253	0,270931	0,267629	0,264347	0,261086	0,257846	0,254627	0,251429	0,248252	0,245097
-0,50	0,308538	0,305026	0,301532	0,298056	0,294598	0,291160	0,287740	0,284339	0,280957	0,277595
-0,40	0,344578	0,340903	0,337243	0,333598	0,329969	0,326355	0,322758	0,319178	0,315614	0,312067
-0,30	0,382089	0,378281	0,374484	0,370700	0,366928	0,363169	0,359424	0,355691	0,351973	0,348268
-0,20	0,420740	0,416834	0,412936	0,409046	0,405165	0,401294	0,397432	0,393580	0,389739	0,385908
-0,10	0,460172	0,456205	0,452242	0,448283	0,444330	0,440382	0,436441	0,432505	0,428576	0,424655
0,00	0,500000	0,496011	0,492022	0,488033	0,484047	0,480061	0,476078	0,472097	0,468119	0,464144

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gasperz (2002)
 Formula yang digunakan: =normsdist(z-value)

Luas area di bawah kurva normal standar kumulatif Z

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,00	0,500000	0,503989	0,507978	0,511967	0,515953	0,519939	0,523922	0,527903	0,531881	0,535856
0,10	0,539828	0,543795	0,547758	0,551717	0,555670	0,559618	0,563559	0,567495	0,571424	0,575345
0,20	0,579260	0,583166	0,587064	0,590954	0,594835	0,598706	0,602568	0,606420	0,610261	0,614092
0,30	0,617911	0,621719	0,625516	0,629300	0,633072	0,636831	0,640576	0,644309	0,648027	0,651732
0,40	0,655422	0,659097	0,662757	0,666402	0,670031	0,673645	0,677242	0,680822	0,684386	0,687933
0,50	0,691462	0,694974	0,698468	0,701944	0,705402	0,708840	0,712260	0,715661	0,719043	0,722405
0,60	0,725747	0,729069	0,732371	0,735653	0,738914	0,742154	0,745373	0,748571	0,751748	0,754903
0,70	0,758936	0,761148	0,764238	0,767305	0,770350	0,773373	0,776373	0,779350	0,782305	0,785236
0,80	0,788145	0,791030	0,793892	0,796731	0,799546	0,802338	0,805106	0,807850	0,810570	0,813267
0,90	0,815940	0,818589	0,821214	0,823814	0,826391	0,828944	0,831472	0,833977	0,836457	0,838913
1,00	0,841345	0,843752	0,846136	0,848495	0,850830	0,853141	0,855428	0,857690	0,859929	0,862143
1,10	0,864334	0,866500	0,868643	0,870762	0,872857	0,874928	0,876976	0,878999	0,881000	0,882977
1,20	0,884930	0,886860	0,888767	0,890651	0,892512	0,894350	0,896165	0,897958	0,899727	0,901475
1,30	0,903199	0,904902	0,906582	0,908241	0,909877	0,911492	0,913085	0,914656	0,916207	0,917736
1,40	0,919243	0,920730	0,922196	0,923641	0,925066	0,926471	0,927855	0,929219	0,930563	0,931888
1,50	0,933193	0,934478	0,935744	0,936992	0,938220	0,939429	0,940620	0,941792	0,942947	0,944083
1,60	0,945201	0,946301	0,947384	0,948449	0,949497	0,950529	0,951543	0,952540	0,953521	0,954486
1,70	0,955435	0,956367	0,957284	0,958185	0,959071	0,959941	0,960796	0,961636	0,962462	0,963273
1,80	0,964070	0,964852	0,965621	0,966375	0,967116	0,967843	0,968557	0,969258	0,969946	0,970621
1,90	0,971284	0,971933	0,972571	0,973197	0,973810	0,974412	0,975002	0,975581	0,976148	0,976705
2,00	0,977250	0,977784	0,978308	0,978822	0,979325	0,979818	0,980301	0,980774	0,981237	0,981691
2,10	0,982136	0,982571	0,982997	0,983414	0,983823	0,984222	0,984614	0,984997	0,985371	0,985738
2,20	0,986097	0,986447	0,986791	0,987126	0,987455	0,987776	0,988089	0,988396	0,988696	0,988989
2,30	0,989276	0,989556	0,989830	0,990097	0,990358	0,990613	0,990863	0,991106	0,991344	0,991576
2,40	0,991902	0,992024	0,992240	0,992451	0,992656	0,992857	0,993053	0,993244	0,993431	0,993613
2,50	0,993790	0,993963	0,994132	0,994297	0,994457	0,994614	0,994766	0,994915	0,995060	0,995201
2,60	0,995339	0,995473	0,995603	0,995731	0,995855	0,995975	0,996093	0,996207	0,996319	0,996427
2,70	0,996533	0,996636	0,996736	0,996833	0,996928	0,997020	0,997110	0,997197	0,997282	0,997365
2,80	0,997445	0,997523	0,997599	0,997673	0,997744	0,997814	0,997882	0,997948	0,998012	0,998074
2,90	0,998134	0,998193	0,998250	0,998305	0,998359	0,998411	0,998462	0,998511	0,998559	0,998605
3,00	0,998650	0,998694	0,998736	0,998777	0,998817	0,998856	0,998893	0,998930	0,998965	0,998999
3,10	0,999032	0,999064	0,999096	0,999126	0,999155	0,999184	0,999211	0,999238	0,999264	0,999289
3,20	0,999313	0,999336	0,999359	0,999381	0,999402	0,999423	0,999443	0,999462	0,999481	0,999499
3,30	0,999517	0,999533	0,999550	0,999566	0,999581	0,999596	0,999610	0,999624	0,999638	0,999650
3,40	0,999663	0,999675	0,999687	0,999698	0,999709	0,999720	0,999730	0,999740	0,999749	0,999758
3,50	0,999767	0,999776	0,999784	0,999792	0,999800	0,999807	0,999815	0,999821	0,999828	0,999835
3,60	0,999841	0,999847	0,999853	0,999858	0,999864	0,999869	0,999874	0,999879	0,999883	0,999888
3,70	0,999892	0,999896	0,999900	0,999904	0,999908	0,999912	0,999915	0,999918	0,999922	0,999925
3,80	0,999928	0,999930	0,999933	0,999936	0,999938	0,999941	0,999943	0,999946	0,999948	0,999950
3,90	0,999952	0,999954	0,999956	0,999958	0,999959	0,999961	0,999963	0,999964	0,999966	0,999967
4,00	0,999968	0,999970	0,999971	0,999972	0,999973	0,999974	0,999975	0,999976	0,999977	0,999978
4,50	0,999997	0,999997	0,999997	0,999997	0,999997	0,999997	0,999997	0,999998	0,999998	0,999998
5,00	0,99999971									
5,50	0,99999998									
6,00	0,999999999									

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleh: Vincent Gasperz (2002)
 Formula yang digunakan: =normsdist(z-value)

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
0,00	933.193	0,51	838.913	1,02	684.386	1,53	488.033
0,01	931.888	0,52	836.457	1,03	680.822	1,54	484.047
0,02	930.563	0,53	833.977	1,04	677.242	1,55	480.061
0,03	929.219	0,54	831.472	1,05	673.645	1,56	476.078
0,04	927.855	0,55	828.944	1,06	670.031	1,57	472.097
0,05	926.471	0,56	826.391	1,07	666.402	1,58	468.119
0,06	925.066	0,57	823.814	1,08	662.757	1,59	464.144
0,07	923.641	0,58	821.214	1,09	659.097	1,60	460.172
0,08	922.196	0,59	818.589	1,10	655.422	1,61	456.205
0,09	920.730	0,60	815.940	1,11	651.732	1,62	452.242
0,10	919.243	0,61	813.267	1,12	648.027	1,63	448.283
0,11	917.736	0,62	810.570	1,13	644.309	1,64	444.330
0,12	916.207	0,63	807.850	1,14	640.576	1,65	440.382
0,13	914.656	0,64	805.106	1,15	636.831	1,66	436.441
0,14	913.085	0,65	802.338	1,16	633.072	1,67	432.505
0,15	911.492	0,66	799.546	1,17	629.300	1,68	428.576
0,16	909.877	0,67	796.731	1,18	625.516	1,69	424.655
0,17	908.241	0,68	793.892	1,19	621.719	1,70	420.740
0,18	906.582	0,69	791.030	1,20	617.911	1,71	416.834
0,19	904.902	0,70	788.145	1,21	614.092	1,72	412.936
0,20	903.199	0,71	785.236	1,22	610.261	1,73	409.046
0,21	901.475	0,72	782.305	1,23	606.420	1,74	405.165
0,22	899.727	0,73	779.350	1,24	602.568	1,75	401.294
0,23	897.958	0,74	776.373	1,25	598.706	1,76	397.432
0,24	896.165	0,75	773.373	1,26	594.835	1,77	393.580
0,25	894.350	0,76	770.350	1,27	590.954	1,78	389.739
0,26	892.512	0,77	767.305	1,28	587.064	1,79	385.908
0,27	890.651	0,78	764.238	1,29	583.166	1,80	382.089
0,28	888.767	0,79	761.148	1,30	579.260	1,81	378.281
0,29	886.860	0,80	758.036	1,31	575.345	1,82	374.484
0,30	884.930	0,81	754.903	1,32	571.424	1,83	370.700
0,31	882.977	0,82	751.748	1,33	567.495	1,84	366.928
0,32	881.000	0,83	748.571	1,34	563.559	1,85	363.169
0,33	878.999	0,84	745.373	1,35	559.618	1,86	359.424
0,34	876.976	0,85	742.154	1,36	555.670	1,87	355.691
0,35	874.928	0,86	738.914	1,37	551.717	1,88	351.973
0,36	872.857	0,87	735.653	1,38	547.758	1,89	348.268
0,37	870.762	0,88	732.371	1,39	543.795	1,90	344.578
0,38	868.643	0,89	729.069	1,40	539.828	1,91	340.903
0,39	866.500	0,90	725.747	1,41	535.856	1,92	337.243
0,40	864.334	0,91	722.405	1,42	531.881	1,93	333.598
0,41	862.143	0,92	719.043	1,43	527.903	1,94	329.969
0,42	859.929	0,93	715.661	1,44	523.922	1,95	326.355
0,43	857.690	0,94	712.260	1,45	519.939	1,96	322.758
0,44	855.428	0,95	708.840	1,46	515.953	1,97	319.178
0,45	853.141	0,96	705.402	1,47	511.967	1,98	315.614
0,46	850.830	0,97	701.944	1,48	507.978	1,99	312.067
0,47	848.495	0,98	698.468	1,49	503.989	2,00	308.538
0,48	846.136	0,99	694.974	1,50	500.000	2,01	305.026
0,49	843.752	1,00	691.462	1,51	496.011	2,02	301.532
0,50	841.345	1,01	687.933	1,52	492.022	2,03	298.056

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

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2,15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	14.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3,20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.216	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

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

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
4,08	4.940	4,59	1.001	5,10	159	5,61	20
4,09	4.799	4,60	968	5,11	153	5,62	19
4,10	4.661	4,61	936	5,12	147	5,63	18
4,11	4.527	4,62	904	5,13	142	5,64	17
4,12	4.397	4,63	874	5,14	136	5,65	17
4,13	4.269	4,64	845	5,15	131	5,66	16
4,14	4.145	4,65	816	5,16	126	5,67	15
4,15	4.025	4,66	789	5,17	121	5,68	15
4,16	3.907	4,67	762	5,18	117	5,69	14
4,17	3.793	4,68	736	5,19	112	5,70	13
4,18	3.681	4,69	711	5,20	108	5,71	13
4,19	3.573	4,70	687	5,21	104	5,72	12
4,20	3.467	4,71	664	5,22	100	5,73	12
4,21	3.364	4,72	641	5,23	96	5,74	11
4,22	3.264	4,73	619	5,24	92	5,75	11
4,23	3.167	4,74	598	5,25	88	5,76	10
4,24	3.072	4,75	577	5,26	85	5,77	10
4,25	2.980	4,76	557	5,27	82	5,78	9
4,26	2.890	4,77	538	5,28	78	5,79	9
4,27	2.803	4,78	519	5,29	75	5,80	9
4,28	2.718	4,79	501	5,30	72	5,81	8
4,29	2.635	4,80	483	5,31	70	5,82	8
4,30	2.555	4,81	467	5,32	67	5,83	7
4,31	2.477	4,82	450	5,33	64	5,84	7
4,32	2.401	4,83	434	5,34	62	5,85	7
4,33	2.327	4,84	419	5,35	59	5,86	7
4,34	2.256	4,85	404	5,36	57	5,87	6
4,35	2.186	4,86	390	5,37	54	5,88	6
4,36	2.118	4,87	376	5,38	52	5,89	6
4,37	2.052	4,88	362	5,39	50	5,90	5
4,38	1.988	4,89	350	5,40	48	5,91	5
4,39	1.926	4,90	337	5,41	46	5,92	5
4,40	1.866	4,91	325	5,42	44	5,93	5
4,41	1.807	4,92	313	5,43	42	5,94	5
4,42	1.750	4,93	302	5,44	41	5,95	4
4,43	1.695	4,94	291	5,45	39	5,96	4
4,44	1.641	4,95	280	5,46	37	5,97	4
4,45	1.589	4,96	270	5,47	36	5,98	4
4,46	1.538	4,97	260	5,48	34	5,99	4
4,47	1.489	4,98	251	5,49	33	6,00	3
4,48	1.441	4,99	242	5,50	32		
4,49	1.395	5,00	233	5,51	30		
4,50	1.350	5,01	224	5,52	29		
4,51	1.306	5,02	216	5,53	28		
4,52	1.264	5,03	208	5,54	27		
4,53	1.223	5,04	200	5,55	26		
4,54	1.183	5,05	193	5,56	25		
4,55	1.144	5,06	185	5,57	24		
4,56	1.107	5,07	179	5,58	23		
4,57	1.070	5,08	172	5,59	22		
4,58	1.035	5,09	165	5,60	21		

Catatan: Tabel konversi ini Mencakup pergeseran 1,5-sigma untuk semua nilai Z

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

Hasil (%)	Sigma	DPMO	Hasil (%)	Sigma	DPMO	Hasil (%)	Sigma	DPMO
6,68	0,00	933.193	16,11	0,51	838.913	31,56	1,02	684.386
6,81	0,01	931.888	16,35	0,52	836.457	31,92	1,03	680.822
6,94	0,02	930.563	16,60	0,53	833.977	32,28	1,04	677.242
7,08	0,03	929.219	16,85	0,54	831.472	32,64	1,05	673.645
7,21	0,04	927.855	17,11	0,55	828.944	33,00	1,06	670.031
7,35	0,05	926.471	17,36	0,56	826.391	33,36	1,07	666.402
7,49	0,06	925.066	17,62	0,57	823.814	33,72	1,08	662.757
7,64	0,07	923.641	17,88	0,58	821.214	34,09	1,09	659.097
7,78	0,08	922.196	18,14	0,59	818.589	34,46	1,10	655.422
7,93	0,09	920.730	18,41	0,60	815.940	34,83	1,11	651.732
8,08	0,10	919.243	18,67	0,61	813.267	35,20	1,12	648.027
8,23	0,11	917.736	18,94	0,62	810.570	35,57	1,13	644.309
8,38	0,12	916.207	19,22	0,63	807.850	35,94	1,14	640.576
8,53	0,13	914.656	19,49	0,64	805.106	36,32	1,15	636.831
8,69	0,14	913.085	19,77	0,65	802.338	36,69	1,16	633.072
8,85	0,15	911.492	20,05	0,66	799.546	37,07	1,17	629.300
9,01	0,16	909.877	20,33	0,67	796.731	37,45	1,18	625.516
9,18	0,17	908.241	20,61	0,68	793.892	37,83	1,19	621.719
9,34	0,18	906.582	20,90	0,69	791.030	38,21	1,20	617.911
9,51	0,19	904.902	21,19	0,70	788.145	38,59	1,21	614.092
9,68	0,20	903.199	21,48	0,71	785.236	38,97	1,22	610.261
9,85	0,21	901.475	21,77	0,72	782.305	39,36	1,23	606.420
10,03	0,22	899.727	22,07	0,73	779.350	39,74	1,24	602.568
10,20	0,23	897.958	22,36	0,74	776.373	40,13	1,25	598.706
10,38	0,24	896.165	22,66	0,75	773.373	40,52	1,26	594.835
10,57	0,25	894.350	22,97	0,76	770.350	40,90	1,27	590.954
10,75	0,26	892.512	23,27	0,77	767.305	41,29	1,28	587.064
10,93	0,27	890.651	23,58	0,78	764.238	41,68	1,29	583.166
11,12	0,28	888.767	23,89	0,79	761.148	42,07	1,30	579.260
11,31	0,29	886.860	24,20	0,80	758.036	42,47	1,31	575.345
11,51	0,30	884.930	24,51	0,81	754.903	42,86	1,32	571.424
11,70	0,31	882.977	24,83	0,82	751.748	43,25	1,33	567.495
11,90	0,32	881.000	25,14	0,83	748.571	43,64	1,34	563.559
12,10	0,33	878.999	25,46	0,84	745.373	44,04	1,35	559.618
12,30	0,34	876.976	25,78	0,85	742.154	44,43	1,36	555.670
12,51	0,35	874.928	26,11	0,86	738.914	44,83	1,37	551.717
12,71	0,36	872.857	26,43	0,87	735.653	45,22	1,38	547.758
12,92	0,37	870.762	26,76	0,88	732.371	45,62	1,39	543.795
13,14	0,38	868.643	27,09	0,89	729.069	46,02	1,40	539.828
13,35	0,39	866.500	27,43	0,90	725.747	46,41	1,41	535.856
13,57	0,40	864.334	27,76	0,91	722.405	46,81	1,42	531.881
13,79	0,41	862.143	28,10	0,92	719.043	47,21	1,43	527.903
14,01	0,42	859.929	28,43	0,93	715.661	47,61	1,44	523.922
14,23	0,43	857.690	28,77	0,94	712.260	48,01	1,45	519.939
14,46	0,44	855.428	29,12	0,95	708.840	48,40	1,46	515.953
14,69	0,45	853.141	29,46	0,96	705.402	48,80	1,47	511.967
14,92	0,46	850.830	29,81	0,97	701.944	49,20	1,48	507.978
15,15	0,47	848.495	30,15	0,98	698.468	49,60	1,49	503.989
15,39	0,48	846.136	30,50	0,99	694.974	50,00	1,50	500.000
15,62	0,49	843.752	30,85	1,00	691.462	50,40	1,51	496.011
15,87	0,50	841.345	31,21	1,01	687.933	50,80	1,52	492.022

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

Hasil (%)	Sigma	DPMO	Hasil (%)	Sigma	DPMO	Hasil (%)	Sigma	DPMO
51,20	1,53	488.033	70,54	2,04	294.598	85,31	2,55	146.859
51,60	1,54	484.047	70,88	2,05	291.160	85,54	2,56	144.572
51,99	1,55	480.061	71,23	2,06	287.740	85,77	2,57	142.310
52,39	1,56	476.078	71,57	2,07	284.339	85,99	2,58	140.071
52,79	1,57	472.097	71,90	2,08	280.957	86,21	2,59	137.857
53,19	1,58	468.119	72,24	2,09	277.595	86,43	2,60	135.666
53,59	1,59	464.144	72,57	2,10	274.253	86,65	2,61	133.500
53,98	1,60	460.172	72,91	2,11	270.931	86,86	2,62	131.357
54,38	1,61	456.205	73,24	2,12	267.629	87,08	2,63	129.238
54,78	1,62	452.242	73,57	2,13	264.347	87,29	2,64	127.143
55,17	1,63	448.283	73,89	2,14	261.086	87,49	2,65	125.072
55,57	1,64	444.330	74,22	2,15	257.846	87,70	2,66	123.024
55,96	1,65	440.382	74,54	2,16	254.627	87,90	2,67	121.001
56,36	1,66	436.441	74,86	2,17	251.429	88,10	2,68	119.000
56,75	1,67	432.505	75,17	2,18	248.252	88,30	2,69	117.023
57,14	1,68	428.576	75,49	2,19	245.097	88,49	2,70	115.070
57,53	1,69	424.655	75,80	2,20	241.964	88,69	2,71	113.140
57,93	1,70	420.740	76,11	2,21	238.852	88,88	2,72	111.233
58,32	1,71	416.834	76,42	2,22	235.762	89,07	2,73	109.349
58,71	1,72	412.936	76,73	2,23	232.695	89,25	2,74	107.488
59,10	1,73	409.046	77,04	2,24	229.650	89,44	2,75	105.650
59,48	1,74	405.165	77,34	2,25	226.627	89,62	2,76	103.835
59,87	1,75	401.294	77,64	2,26	223.627	89,80	2,77	102.042
60,26	1,76	397.432	77,94	2,27	220.650	89,97	2,78	100.273
60,64	1,77	393.580	78,23	2,28	217.695	90,15	2,79	98.525
61,03	1,78	389.739	78,52	2,29	214.764	90,32	2,80	96.801
61,41	1,79	385.908	78,81	2,30	211.855	90,49	2,81	95.098
61,79	1,80	382.089	79,10	2,31	208.970	90,66	2,82	93.418
62,17	1,81	378.281	79,39	2,32	206.108	90,82	2,83	91.759
62,55	1,82	374.484	79,67	2,33	203.269	90,99	2,84	90.123
62,93	1,83	370.700	79,95	2,34	200.454	91,15	2,85	88.508
63,31	1,84	366.928	80,23	2,35	197.662	91,31	2,86	86.915
63,68	1,85	363.169	80,51	2,36	194.894	91,47	2,87	85.344
64,06	1,86	359.424	80,79	2,37	192.150	91,62	2,88	83.793
64,43	1,87	355.691	81,06	2,38	189.430	91,77	2,89	82.264
64,80	1,88	351.973	81,33	2,39	186.733	91,92	2,90	80.757
65,17	1,89	348.268	81,59	2,40	184.060	92,07	2,91	79.270
65,54	1,90	344.578	81,86	2,41	181.411	92,22	2,92	77.804
65,91	1,91	340.903	82,12	2,42	178.786	92,36	2,93	76.359
66,28	1,92	337.243	82,38	2,43	176.186	92,51	2,94	74.934
66,64	1,93	333.598	82,64	2,44	173.609	92,65	2,95	73.529
67,00	1,94	329.969	82,89	2,45	171.056	92,79	2,96	72.145
67,36	1,95	326.355	83,15	2,46	168.528	92,92	2,97	70.781
67,72	1,96	322.758	83,40	2,47	166.023	93,06	2,98	69.437
68,08	1,97	319.178	83,65	2,48	163.543	93,19	2,99	68.112
68,44	1,98	315.614	83,89	2,49	161.087	93,32	3,00	66.807
68,79	1,99	312.067	84,13	2,50	158.655	93,45	3,01	65.522
69,15	2,00	308.538	84,38	2,51	156.248	93,57	3,02	64.256
69,50	2,01	305.026	84,61	2,52	153.864	93,70	3,03	63.008
69,85	2,02	301.532	84,85	2,53	151.505	93,82	3,04	61.780
70,19	2,03	298.056	85,08	2,54	149.170	93,94	3,05	60.571

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

Hasil (%)	Sigma	DPMO	Hasil (%)	Sigma	DPMO	Hasil (%)	Sigma	DPMO
94,06	3,06	59.380	98,08	3,57	19.226	99,51	4,08	4.940
94,18	3,07	58.208	98,12	3,58	18.763	99,52	4,09	4.799
94,29	3,08	57.053	98,17	3,59	18.309	99,53	4,10	4.661
94,41	3,09	55.917	98,21	3,60	17.864	99,55	4,11	4.527
94,52	3,10	54.799	98,26	3,61	17.429	99,56	4,12	4.397
94,63	3,11	53.699	98,30	3,62	17.003	99,57	4,13	4.269
94,74	3,12	52.616	98,34	3,63	16.586	99,59	4,14	4.145
94,84	3,13	51.551	98,38	3,64	16.177	99,60	4,15	4.025
94,95	3,14	50.503	98,42	3,65	15.778	99,61	4,16	3.907
95,05	3,15	49.471	98,46	3,66	15.386	99,62	4,17	3.793
95,15	3,16	48.457	98,50	3,67	15.003	99,63	4,18	3.681
95,25	3,17	47.460	98,54	3,68	14.629	99,64	4,19	3.573
95,35	3,18	46.479	98,57	3,69	14.262	99,65	4,20	3.467
95,45	3,19	45.514	98,61	3,70	13.903	99,66	4,21	3.364
95,54	3,20	44.565	98,64	3,71	13.553	99,67	4,22	3.264
95,64	3,21	43.633	98,68	3,72	13.209	99,68	4,23	3.167
95,73	3,22	42.716	98,71	3,73	12.874	99,69	4,24	3.072
95,82	3,23	41.815	98,75	3,74	12.545	99,70	4,25	2.980
95,91	3,24	40.929	98,78	3,75	12.224	99,71	4,26	2.890
95,99	3,25	40.059	98,81	3,76	11.911	99,72	4,27	2.803
96,08	3,26	39.204	98,84	3,77	11.604	99,73	4,28	2.718
96,16	3,27	38.364	98,87	3,78	11.304	99,74	4,29	2.635
96,25	3,28	37.538	98,90	3,79	11.011	99,74	4,30	2.555
96,33	3,29	36.727	98,93	3,80	10.724	99,75	4,31	2.477
96,41	3,30	35.930	98,96	3,81	10.444	99,76	4,32	2.401
96,49	3,31	35.148	98,98	3,82	10.170	99,77	4,33	2.327
96,56	3,32	34.379	99,01	3,83	9.903	99,77	4,34	2.256
96,64	3,33	33.625	99,04	3,84	9.642	99,78	4,35	2.186
96,71	3,34	32.884	99,06	3,85	9.387	99,79	4,36	2.118
96,78	3,35	32.157	99,09	3,86	9.137	99,79	4,37	2.052
96,86	3,36	31.443	99,11	3,87	8.894	99,80	4,38	1.988
96,93	3,37	30.742	99,13	3,88	8.656	99,81	4,39	1.926
96,99	3,38	30.054	99,16	3,89	8.424	99,81	4,40	1.866
97,06	3,39	29.379	99,18	3,90	8.198	99,82	4,41	1.807
97,13	3,40	28.716	99,20	3,91	7.976	99,83	4,42	1.750
97,19	3,41	28.067	99,22	3,92	7.760	99,83	4,43	1.695
97,26	3,42	27.429	99,25	3,93	7.549	99,84	4,44	1.641
97,32	3,43	26.803	99,27	3,94	7.344	99,84	4,45	1.589
97,38	3,44	26.190	99,29	3,95	7.143	99,85	4,46	1.538
97,44	3,45	25.588	99,31	3,96	6.947	99,85	4,47	1.489
97,50	3,46	24.998	99,32	3,97	6.756	99,86	4,48	1.441
97,56	3,47	24.419	99,34	3,98	6.569	99,86	4,49	1.395
97,61	3,48	23.852	99,36	3,99	6.387	99,87	4,50	1.350
97,67	3,49	23.295	99,38	4,00	6.210	99,87	4,51	1.306
97,73	3,50	22.750	99,40	4,01	6.037	99,87	4,52	1.264
97,78	3,51	22.216	99,41	4,02	5.868	99,88	4,53	1.223
97,83	3,52	21.692	99,43	4,03	5.703	99,88	4,54	1.183
97,88	3,53	21.178	99,45	4,04	5.543	99,89	4,55	1.144
97,93	3,54	20.675	99,46	4,05	5.386	99,89	4,56	1.107
97,98	3,55	20.182	99,48	4,06	5.234	99,89	4,57	1.070
98,03	3,56	19.699	99,49	4,07	5.085	99,90	4,58	1.035

Sumber: nilai-nilai dibangkitkan menggunakan program oleb: Vincent Gaspersz (2002)