

**PENERAPAN METODE *DMAIC* UNTUK MENURUNKAN JUMLAH CACAT
DAN BIAYA KUALITAS PADA PROSES *CASTING*
DI PT SURYA TOTO INDONESIA, Tbk**

TUGAS AKHIR

**Tugas Akhir ini Diajukan sebagai Salah Satu Syarat Akademik
Program Diploma IV Program Studi Teknik Industri Otomotif**

Disusun Oleh :

NAMA : ZAIDAH ALAWIYAH

NIM : 1112092



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
JAKARTA
2016**

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR:

**PENERAPAN METODE *DMAIC* UNTUK MENURUNKAN JUMLAH
CACAT DAN BIAYA KUALITAS PADA PROSES *CASTING* DI
PT SURYA TOTO INDONESIA, Tbk**

DISUSUN OLEH:

NAMA : ZAIDAH ALAWIYAH

NIM : 1112092

PROGRAM STUDI : D-IV TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah Diuji oleh Tim Penguji Sidang Ujian Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta
pada Hari Kamis Tanggal 03 November 2016.

Dosen Penguji 1,

Jakarta, November 2016

Dosen Penguji 2,

Ir. Suriadi AS, M.Com
NIP. 195810251985031006

Ir. Moh. Rahmatullah, MBA
NIP.195504071984031004

Dosen Penguji 3,

Dosen Penguji 4,

Wilda Sukmawati, ST, MT
NIP. 197602082006042001

Dr. Huwae Elias Paulus, MSc. MM
NIP. 195510091982031002

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

**PENERAPAN METODE *DMAIC* UNTUK MENURUNKAN JUMLAH
CACAT DAN BIAYA KUALITAS PADA PROSES *CASTING*
DI PT SURYA TOTO INDONESIA, Tbk**

DISUSUN OLEH :

NAMA : ZAIDAH ALAWIYAH

NIM : 1112092

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Ujian
Tugas Akhir Politeknik STMI.

Menyetujui,
Jakarta, September 2016
Dosen Pembimbing

Dr. Huwae Elias Paulus, MSc. MM

NIP: 195510091982031002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mahasiswa Program Studi Teknik Industri Otomotif, POLITEKNIK STMI
JAKARTA, KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI.

Nama : Zaidah Alawiyah

Nim : 1112092

Program Studi : Teknik Industri Otomotif

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan
judul:

**PENERAPAN METODE *DMAIC* UNTUK MENURUNKAN JUMLAH
CACAT DAN BIAYA KUALITAS PADA PROSES *CASTING*
DI PT SURYA TOTO INDONESIA, Tbk**

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, Dosen Pembimbing dan melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku acuan yang tertera dalam referensi pada karya tugas akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan sebagai referensi pendukung untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicatumkan melalui referensi yang semestinya.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan seperti diatas, maka

karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, September 2016
Yang Membuat Pernyataan

(Zaidah Alawiyah)

ABSTRAK

PT Surya Toto Indonesia (PT STI) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pembuatan peralatan rumah tangga, salah satu produk yang dihasilkan yaitu *body* kran S11308N. Dalam menjalankan kegiatan produksi, masih terdapat produk cacat yang dihasilkan oleh proses-proses produksinya. Produk cacat tersebut dapat merugikan perusahaan dan perusahaan akan mengeluarkan biaya-biaya kualitas atas produk cacat tersebut, sehingga upaya peningkatan kualitas proses perlu dilakukan. Peningkatan kualitas yang baik adalah dengan menerapkan metode perbaikan berkesinambungan dan salah satunya adalah *DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control)*. *DMAIC* memiliki siklus yang berulang dan tahapan yang lebih terstruktur, oleh karena itu mampu meningkatkan kualitas proses dan dapat menurunkan jumlah produk cacat yang dihasilkan proses produksi. Untuk mengetahui perbandingan kinerja proses dari segi nilai DPMO, tingkat *sigma* serta % COPQ terhadap nilai penjualan sebelum dan setelah implementasi. Data yang digunakan adalah data cacat yang terjadi bulan Januari hingga Februari 2016. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, pada tahap *define* dapat ditentukan proses yang menjadi fokus penelitian yaitu proses *casting*, karena proses tersebut sering menghasilkan produk cacat dan perusahaan langsung memfokuskan pengamat pada proses tersebut. Pada tahap *measure* dapat ditentukan jenis cacat yang terjadi pada proses *casting* yaitu cacat *hole*, *kizu*, *ware*, *hike*, dan *gomi*. Jenis cacat yang menjadi fokus perbaikan adalah jenis cacat yang dominan yaitu cacat *hike*. Tindakan perbaikan yang dilakukan adalah memberikan pelatihan kerja pada operator baru, melakukan pembersihan mesin secara rutin sebelum melakukan proses produksi, menambahkan sirkulasi udara pada area produksi, dan memperbaharui instruksi kerja. Berdasarkan hasil pengukuran dan analisis diperoleh nilai hasil DPMO sebelum perbaikan sebesar 13.778 unit dan setelah perbaikan sebesar 6.040 unit, tingkat *sigma* sebelum perbaikan sebesar 3,703 dan setelah perbaikan sebesar 4,009, serta COPQ terhadap nilai penjualan sebelum perbaikan sebesar 33,00% dan setelah perbaikan sebesar 15,18%. Persentase COPQ terhadap nilai penjualan menurun, penurunannya sebesar 17,82%. Sehingga peningkatan pada PT STI dinyatakan berhasil akan tetapi masih perlu peningkatan kualitas kembali agar mencapai level 6 *sigma*.

Kata Kunci: *Six Sigma, DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), Proses Casting, Analisis Diagram Pareto, Diagram Sebab-Akibat, Analisis 5W+1H, COPQ*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul “Penerapan Metode *DMAIC* untuk Menurunkan Jumlah Cacat dan Biaya Kualitas pada Proses *Casting* di PT Surya Toto Indonesia, Tbk”.

Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan guna memenuhi sebagian syarat akademis untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV Jurusan Teknik Industri Otomotif di Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.

Pada kesempatan kali ini, untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada Ayahanda Drs. H. TGK Ulumuddin Ismail dan Ibunda Marfu’ah Zaini tersayang yang dengan penuh kesabaran telah mendidik dan membesarkan penulis dengan kasih sayangnya yang tak terhingga serta semua pihak yang telah banyak membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini. Karena penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Semoga segala bantuan yang telah diberikan menjadi amal ibadah yang diterima Allah SWT. Aamiin. Ucapan terima kasih ini ingin penulis sampaikan kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, ST, MT selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Dr. Ridzky Kramanandita, SKOM., MT. Selaku Pudir 1 Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Muhamad Agus, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif.
- Ibu Wilda Sukmawati, ST, MT selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing saya selama masa perkuliahan.
- Bapak Dr. Huwae Elias Paulus, MSc. MM selaku Dosen Pembimbing penulisan Tugas Akhir, yang sudah menyediakan waktu dan upaya dalam memberikan bimbingan dan petunjuk bagi penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat terwujud.

- Bapak Sulkhan selaku manajer HRD PT Surya Toto Indonesia, Tbk yang telah membantu dan memberikan izin untuk melakukan penelitian.
- Bapak Budi Prasetyo selaku pembimbing lapangan yang telah member bimbingan dan arahan dalam pelaksanaan PKL.
- Bapak Perly selaku staf *Quality Control* PT Surya Toto Indonesia, Tbk yang telah memberi bimbingan dan arahan dalam pelaksanaan PKL dalam proses pengumpulan data.
- Keluarga Besar Ismail dan Zaini yang telah memberikan semangat dan motivasi untuk cepat-cepat menggarap Tugas Akhir ini agar cepat selesai dan orang-orang yang selalu memberikan motivasi untuk selalu berjuang mencapai sebuah kesuksesan hidup.
- Sahabat-sahabat terbaik yang penulis miliki, Ghabrella Herdiani, Dina Maulina, Anis Muthoharoh, Meitavani, Silvia Wirastuti, Mirnati Yuliani, Nur Fatikah, dan Della Herawati.
- Rekan-rekan seperjuangan TMI Angkatan 2012, terimakasih untuk doa dan bantuannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, September 2016

Zaidah Alawiyah

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR	
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	
ABSTRAK	
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Pembatasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Konsep Dasar Sistem Industri	7
2.2 Kualitas.....	9
2.2.1 Pengertian Kualitas.....	9
2.2.2 Dimensi Kualitas	10
2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas	11
2.2.4 Pengendalian Kualitas.....	12
2.2.5 Manfaat Pengendalian Kualitas.....	13
2.2.6 Tujuan Pengendalian Kualitas.....	14
2.3 <i>Six Sigma</i>	14
2.3.1 Sejarah <i>Six Sigma</i>	15
2.4 Metode <i>DMAIC</i>	17

2.4.1 Keuntungan Potensial <i>DMAIC</i>	18
2.5 Tahap <i>Define</i>	19
2.5.1 Pemilihan Proyek <i>Six Sigma</i>	19
2.5.2 <i>Mapping Process</i>	20
2.6 Tahap <i>Measure</i>	27
2.6.1 Penentuan Karakteristik Kualitas(<i>CTQ</i>).....	28
2.6.2 Peta Kendali	30
2.6.3 Pengukuran <i>Baseline</i> Kinerja pada Tingkat <i>Output</i>	36
2.6.4 Perhitungan Biaya Akibat Kualitas yang Buruk (<i>COPQ</i>).....	41
2.7 Tahap <i>Analyze</i>	47
2.7.1 Diagram <i>Fishbone</i>	47
2.8 Tahap <i>Improve</i>	49
2.9 Tahap <i>Control</i>	51

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Studi Lapangan.....	52
3.2 Studi Pustaka.....	52
3.3 Rumusan Masalah	53
3.4 Tujuan Penelitian.....	53
3.5 Pengumpulan Data	54
3.5.1 Jenis Data	54
3.5.2 Metode Pengumpulan Data	54
3.6 Pengumpulan dan Pengolahan Data	55
3.7 Analisis Masalah	56
3.8 Kesimpulan dan Saran	57

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data	60
4.1.1 Sejarah Umum Perusahaan	60
4.1.2 Tujuan Perusahaan.....	61
4.1.2.1 Visi	61
4.1.2.2 Misi	62
4.1.3 Profil Perusahaan	62

4.1.4 Lokasi dan Kondisi Lingkungan Kerja Perusahaan	63
4.1.5 Struktur Organisasi	64
4.1.6 Waktu Kerja	76
4.1.7 Proses Produksi	76
4.1.8 Data Jumlah Cacat Tiap Komponen <i>Body</i> Kran pada Proses <i>Casting</i>	79
4.1.9 Data Jenis Cacat dan Jumlah Cacat Harian komponen <i>Body</i> Kran S11308N.....	80
4.1.10 Diagram Alir Proses <i>Casting</i> dan Diagram SIPOC Komponen <i>Body</i> Kran S11308N	82
4.1.11 Data Biaya Akibat Kualitas yang Rendah (COPQ).....	85
4.2 Pengolahan Data.....	86
4.2.1 Tahap <i>Define</i>	86
4.2.1.1 Pemiliha Proyek <i>Six Sigma</i>	86
4.2.2 Tahap <i>Measure</i>	90

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Tahap <i>Analyze</i>	101
5.2 Tahap <i>Improve</i>	102
5.2.1 Usulan Perbaikan.....	105
5.2.2 Implementasi Perbaikan.....	105
5.3 Tahap <i>Control</i>	106

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	116
6.2 Saran.....	117

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Produk Kran Utuh.....	3
Gambar 1.2 <i>Body</i> Kran yang akan diamati	3
Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi.....	7
Gambar 2.2 Roda Deming dalam Industri Modern	8
Gambar 2.3 Konsep <i>Six Sigma</i>	17
Gambar 2.4 Siklus DMAIC.....	18
Gambar 2.5 <i>Mapping Process</i>	21
Gambar 2.6 Diagram SIPOC.....	22
Gambar 2.7 Bagan Alir dari Analisis Kemampuan Proses	25
Gambar 2.8 Diagram Pareto.....	27
Gambar 2.9 Peta Kendali np Data Atribut	34
Gambar 2.10 Lembar <i>Check Sheet</i>	39
Gambar 2.11 Lembar Diagram Histogram.....	40
Gambar 2.12 Hubungan antara Tingkat Kapabilitas <i>Sigma</i> dan Persentase Biaya Kegagalan Total (COPQ) terhadap Nilai Penjualan	47
Gambar 2.13 Diagram <i>Fishbone</i>	48
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah.....	59
Gambar 4.1 Tampak Depan PT Surya Toto Indonesia, Tbk.....	62
Gambar 4.2 Letak PT Surya Toto Indonesia, Divisi <i>Fitting</i> , Serpong	63
Gambar 4.3 Struktur Organisasi PT Surya Toto Indonesia, Tbk	66
Gambar 4.4 Alur Proses Produksi Komponen <i>Body</i> Kran.....	76
Gambar 4.5 Gambar <i>Body</i> Kran S11308N.....	83
Gambar 4.6 Alur Proses <i>Casting</i> Komponen <i>Body</i> Kran S11308N	83
Gambar 4.7 Diagram SIPOC <i>Body</i> Kran S11308N.....	84
Gambar 4.8 Diagram Pareto Jenis Komponen <i>Body</i> Kran.....	88
Gambar 4.9 Diagram Pareto Cacat Keseluruhan <i>Body</i> Kran S11308N.....	89
Gambar 4.10 Peta Kendali np <i>Body</i> Kran S11308N.....	94
Gambar 4.11 Peta Kendali np <i>Body</i> Kran S11308N Rev-1	96

Gambar 5.1 Diagram Sebab-Akibat Cacat <i>Hike</i>	101
Gambar 5.2 Peta Kendali np <i>Body</i> Kran S11308N.....	109
Gambar 5.3 Hubungan Tingkat Kapabilitas <i>Sigma</i> dan Persentase Biaya Kegagalan Total (COPQ) Terhadap Nilai Penjualan	115

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Hubungan Antara Level <i>Sigma</i> dengan Tingkat Per Sejuta Kesempatan	15
Tabel 2.2 Perbedaan <i>True Six Sigma</i> dengan <i>Motorola Six Sigma</i>	16
Tabel 2.3 Hubungan <i>sigma</i> dan <i>DPMO</i>	38
Tabel 2.4 Manfaat dari Pencapaian Beberapa Tingkat <i>Sigma</i>	45
Tabel 2.5 Contoh Perhitungan Biaya Kualitas yang Rendah (COPQ)	46
Tabel 2.6 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Pengembangan Rencana Perbaikan	50
Tabel 4.1 Waktu Kerja PT Surya Toto Indonesia, Tbk	76
Tabel 4.2 Jumlah Cacat Komponen <i>Body</i> Kran Pada Proses <i>Casting</i> Periode Januari-Februari 2016	79
Tabel 4.3 Jenis-Jenis Cacat yang disebabkan oleh Proses <i>Casting</i>	80
Tabel 4.4 Data Cacat Harian Komponen <i>Body</i> Kran S11308N Periode Januari-Februari 2016	81
Tabel 4.5 Data Biaya Kualitas Pada Bulan Januari-Februari 2016	86
Tabel 4.6 Data Cacat Komponen <i>Body</i> Kran	87
Tabel 4.7 Data Jenis dan Jumlah Cacat Komponen <i>Body</i> Kran S11308N Bulan Januari-Februari 2016 Pada Proses <i>Casting</i>	89
Tabel 4.8 Jenis dan Jumlah Cacat <i>Body</i> Kran S11308N Bulan Januari-Februari 2016	90
Tabel 4.9 Data Jumlah Sampel, Jenis Cacat dan Jumlah Cacat <i>Body</i> Kran S11308N (Januari-Februari 2016)	91
Tabel 4.10 Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali np	93
Tabel 4.11 Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali np Revisi Pertama	95
Tabel 4.12 Data Biaya Kualitas Pada Bulan Januari-Februari 2016	99
Tabel 4.13 Tabulasi <i>Cost of Poor Quality</i> (COPQ) yang dikonversikan ke dalam Nilai <i>Sigma</i>	100
Tabel 5.1 Penggunaan 5W+1H untuk Cacat <i>Hike</i>	104

Tabel 5.2 Data Jumlah Sampel, Jumlah Cacat dan Jenis Cacat <i>Body</i> Kran S11308N Bulan Mei-Juni 2016	106
Tabel 5.3 Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali np (setelah perbaikan)	108
Tabel 5.4 Data Biaya Kualitas Pada Bulan Mei-Juni 2016	111
Tabel 5.5 Tabulasi <i>Cost of Poor Quality</i> (COPQ) yang dikonversikan ke dalam Nilai <i>Sigma</i>	112
Tabel 5.6 Penurunan Nilai DPMO	113
Tabel 5.7 Peningkatan Level <i>Sigma</i>	113
Tabel 5.8 Penurunan Persentase COPQ Terhadap Penjualan	113
Tabel 5.9 Perbandingan Nilai DPMO, Tingkat <i>Sigma</i> serta COPQ Sebelum dan Sesudah Implementasi	114
Tabel 5.10 Hubungan antara Tingkat Kapabilitas <i>Sigma</i> dan Persentase Biaya Kegagalan Total (COPQ) Terhadap Nilai Penjualan	115

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam rangka persaingan bisnis yang semakin ketat, kualitas bergeser dari keunggulan strategi menjadi suatu kebutuhan. Banyak perusahaan yang berhenti akibat tidak menghasilkan produk yang bermutu. Perusahaan yang dapat bertahan dalam persaingan yang ketat ini hanyalah perusahaan yang mengutamakan kualitas pada produk yang dihasilkannya, sehingga dapat menarik minat para pelanggan untuk terus menggunakan produk tersebut. Dari sisi pelanggan, pelanggan menginginkan produk yang sesuai dengan spesifikasi dan karakteristik kualitas yang mereka harapkan.

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas produk adalah dengan meningkatkan kualitas proses pembuatan produk yang harus dijalankan secara terus-menerus, sehingga akan terjadi pengurangan tingkat cacat produk yang dapat merugikan perusahaan. Dengan kualitas yang baik perusahaan dapat memberikan kepuasan bagi konsumennya. Oleh karena itu, perusahaan-perusahaan harus memberikan perhatian penuh terhadap peningkatan kualitas produk atau jasa yang dihasilkan agar dapat bersaing di pasaran bahkan menjadi lebih unggul dibandingkan dengan produk kompetitor.

Kegiatan pengendalian kualitas dapat membantu perusahaan mempertahankan dan meningkatkan kualitas produknya dengan melakukan pengendalian terhadap tingkat kerusakan produk (*product defect*) sampai pada tingkat kerusakan nol (*zero defect*). Pengendalian kualitas penting untuk dilakukan oleh perusahaan agar produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan perusahaan maupun standar yang telah ditetapkan oleh badan lokal dan internasional yang mengelola tentang standarisasi mutu/kualitas, dan tentunya sesuai dengan apa yang diharapkan oleh konsumen.

PT Surya Toto Indonesia, Tbk adalah salah satu perusahaan industri manufaktur yang bergerak di bidang saniter. PT Surya Toto Indonesia, Tbk merupakan salah satu produsen terbesar di Asia Tenggara, yang dituntut harus mampu bersaing

dengan perusahaan selain merk TOTO di dunia. Dengan persaingan bisnis yang dihadapi saat ini, menuntut PT Surya Toto Indonesia, Tbk untuk terus berusaha memberikan pelayanan yang baik bagi konsumennya, karena kepuasan pelanggan adalah faktor utama keberhasilan dalam bisnis.

PT Surya Toto Indonesia, Tbk ini memproduksi berbagai macam peralatan rumah tangga seperti: *closet*, *shower*, kran, peralatan kamar mandi, dsb turut selalu meningkatkan kualitas pada produk yang dihasilkannya. Pada penelitian kali ini, komponen S11308N (*body* kran) yang akan menjadi topik permasalahan yang akan dibahas dalam laporan.

Dalam proses pembuatan komponen S11308N (*body* kran), banyak sekali tahapan yang harus dilalui. Diawali dari proses *core* (proses untuk membuat kerangka dalam *body* kran yang akan hancur pada saat proses *shot blast* sehingga membentuk ruang kosong (rongga) pada *body* kran tersebut) hingga *body* kran melalui tahap *assembly*. Diantara pembuatan *body* kran dari awal hingga akhir, terdapat proses produksi yang sering mengakibatkan *body* kran menjadi cacat, sehingga dari akibat tersebut perusahaan akan mengeluarkan biaya akibat kualitas yang rendah. Proses tersebut adalah proses *casting* atau proses pencetakan/pengecoran logam cair ke dalam cetakan untuk membentuk bentuk awal produk. Oleh karena itu, perlu dilakukan upaya pengendalian kualitas untuk meminimalisir atau mengurangi banyaknya jumlah *defect* sehingga biaya akibat kualitas yang rendah juga akan berkurang yaitu dengan menggunakan metode *Define, Measure, Analyze, Improve, and Control* (DMAIC) dan *Cost of Poor Quality* (COPQ).

Karena penerapan metode tersebut membantu dalam memperbaiki mutu di PT Surya Toto Indonesia, Tbk yang bergerak dalam bidang pembuatan *body* kran ini. Perbaikan akan difokuskan pada produk komponen S11308N, dimana tingkat *defect*-nya masih cukup tinggi. Oleh karena itu, perusahaan harus melakukan perbaikan secara berkesinambungan terhadap proses yang menghasilkan produk yang tidak bermutu. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah DMAIC dan *Cost of Poor Quality* (COPQ). *Six sigma* merupakan suatu alat pengendali kualitas dengan menggunakan konsep DMAIC, pada dasarnya

kegagalan proses (COPQ) merupakan pemborosan, oleh karena itu perusahaan kelas dunia menggunakan program *Six Sigma* sebagai salah satu metode peningkatan kualitas dengan menggunakan indikator pengukuran biaya kualitas sebagai tolak ukur kinerja efisiensi dari program *Six Sigma* itu sendiri.

Berikut gambar produk utuhnya dan gambar bagian yang akan pengamat amati untuk proses selanjutnya:



Gambar 1.1. Produk kran utuh PT Surya Toto Indonesia, Tbk)



Gambar 1.2. *Body* kran yang akan diamati (Sumber: PT Surya Toto Indonesia, Tbk)

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengidentifikasi jenis dan faktor penyebab cacat yang dominan pada proses pembuatan *body* kran S11308N ?
2. Bagaimana mengidentifikasi tindakan perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi penyebab cacat yang dominan pada proses pembuatan *body* kran S11308N ?
3. Bagaimana mengidentifikasi nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*), level *sigma* dan COPQ (*Cost of Poor Quality*) atau biaya kegagalan akibat kualitas yang rendah pada *body* kran S11308N ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah ditentukan, maka dapat disimpulkan beberapa tujuan penelitian, sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis dan faktor penyebab cacat yang dominan pada proses pembuatan *body* kran S11308N.
2. Menentukan tindakan perbaikan untuk menurunkan jumlah cacat pada proses pembuatan *body* kran S11308N.
3. Mengidentifikasi nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*), level *sigma* dan COPQ (*Cost of Poor Quality*) atau biaya kegagalan akibat kualitas yang rendah pada *body* kran S11308N sebelum dan sesudah perbaikan.

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini untuk mengarahkan dan tidak terjadi penyimpangan serta meluasnya materi pembahasan yang akan dijelaskan dalam Tugas Akhir ini, maka perlu adanya pembatasan masalah. Dalam hal ini, akan dibatasi pokok bahasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT Surya Toto Indonesia, Tbk yang bertempat di Gading Serpong.
2. Data Pengamatan yang diambil dari PT Surya Toto Indonesia, Tbk adalah data dari bagian *quality control* dan bagian *casting*.
3. Perusahaan memfokuskan pengamat pada proses *casting*.
4. Data yang dikumpulkan hanya untuk data *body* kran S11308N.
5. Data yang diambil adalah data atribut jenis cacat dari bulan Januari sampai dengan bulan Februari 2016.
6. Faktor yang dibahas yaitu tentang penyebab terjadinya cacat, adapun untuk perhitungan biaya yang dikeluarkan dalam proses penerapan *Six Sigma* dalam penelitian tidak diperhitungkan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak yang terkait. Adapun manfaat yang diharapkan antara lain:

1. Bagi Perusahaan

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan dalam pengelolaan kebijakan perusahaan, dalam menentukan tindakan-tindakan dalam rangka peningkatan produktivitas perusahaan dengan cara mengurangi *defect* pada komponen yang menyebabkan pengerjaan ulang (*rework*).

2. Bagi Penulis

Hasil laporan ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai pentingnya pelaksanaan proses produksi yang baik terutama pada proses produksi di pabrik. Selain itu dapat memberikan pengalaman dalam mengumpulkan, menganalisis data, serta menarik kesimpulan berdasarkan teori yang diperoleh selama masa perkuliahan.

3. Bagi pihak lain

Hasil laporan ini diharapkan dapat menambah informasi, sebagai tambahan ilmu, bahan pertimbangan dan perbandingan bagi penelitian selanjutnya secara lebih mendalam.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari enam (6) bab dengan perincian sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini merupakan bab pendahuluan dalam penulisan tugas akhir yang menguraikan latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini menjabarkan tentang teori-teori yang mendukung dan berkaitan dengan permasalahan yang dibahas, yaitu mengenai metode DMAIC yang digunakan sebagai pedoman dasar dan acuan dalam melakukan pengolahan data, analisis hasil dan pemecahan masalah serta memberikan usulan perbaikan bagi perusahaan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi mengenai langkah-langkah selama penelitian terhadap pokok-pokok permasalahan yang akan diselesaikan, metode yang digunakan dalam menyusun laporan, antara lain: jenis data, sumber data, metode pengumpulan data, pengumpulan data, dan pengolahan dan analisis data.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini membahas mengenai pengolahan data sekunder yang terdiri dari profil dan latar belakang perusahaan, pengumpulan data jumlah sampel yang dihasilkan, data jumlah cacat, proses produksi dan data biaya akibat kualitas yang rendah (COPQ). Kemudian pengolahan data dengan menerapkan metode sesuai prinsip DMAIC dan COPQ.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi mengenai analisa terhadap hasil pengolahan data yang meliputi analisa proses untuk mencari penyebab poin kegagalan, menentukan poin yang paling kritikal untuk dicegah, dan untuk melakukan tindakan pencegahan agar potensial kegagalan tidak akan terjadi atau minimal dapat dikurangi.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

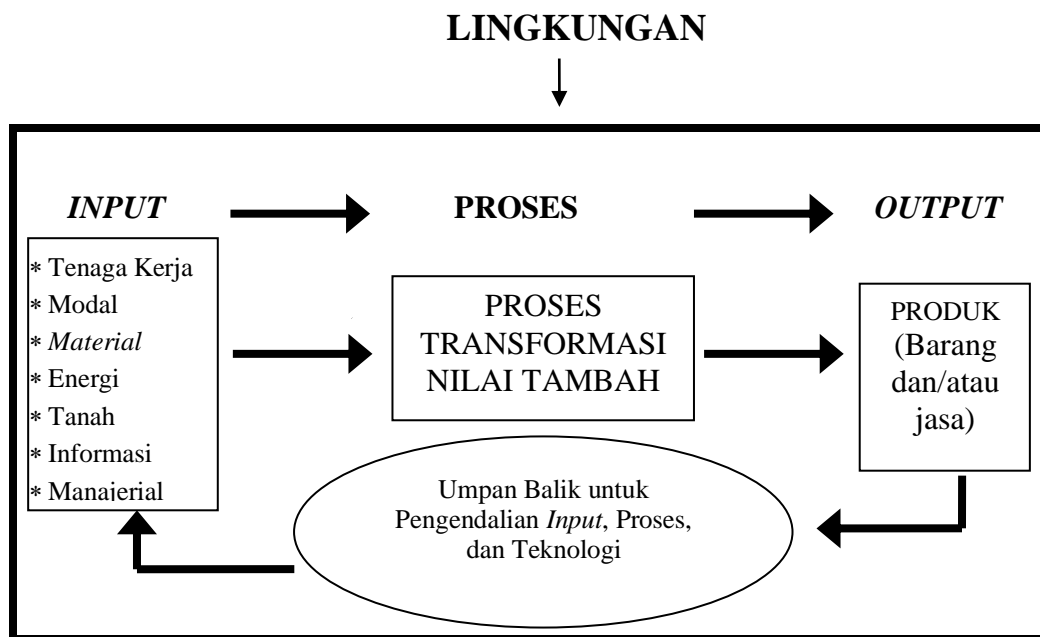
Pada bab ini dijelaskan tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan pengolahan dan analisis masalah. Serta memberikan saran-saran yang membangun sebagai perbaikan bagi perusahaan dimasa yang akan datang.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Dasar Sistem Industri

Dalam dunia industri setiap perusahaan mengalami persaingan dalam bisnis. Proses industri dipandang sebagai suatu perbaikan terus-menerus (*Continuous Improvement*) yang dimulai dari siklus sejak adanya ide untuk menghasilkan suatu produk, proses produksi, sampai pada distribusi kepada konsumen. Berdasarkan informasi sebagai umpan-balik yang dikumpulkan dari konsumen dapat mengembangkan ide-ide untuk menciptakan produk baru atau memperbaiki produk lama beserta proses produksi yang ada saat ini.

Skema sistem produksi digambarkan seperti pada Gambar 2.1.



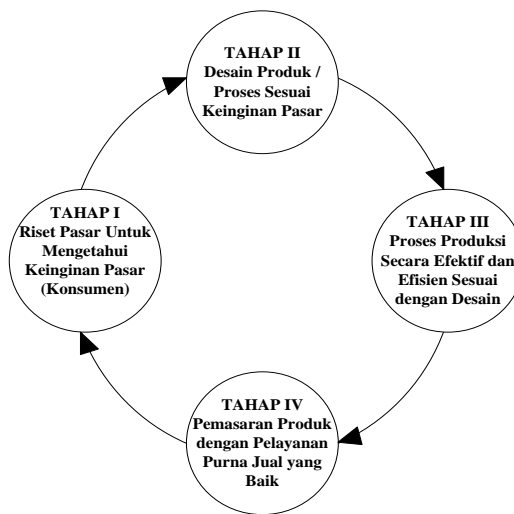
Gambar 2.1. Skema Sistem Produksi

(Sumber: Gaspersz, 1998)

Dari Gambar 2.1. tampak bahwa elemen-elemen utama dalam sistem produksi adalah: *input*, *proses*, *output*, serta adanya suatu mekanisme umpan balik untuk pengendalian sistem produksi itu agar mampu meningkatkan perbaikan terus-menerus (*continuous improvement*).

Dr. W. Edwards Deming, seorang ahli fisika dari Amerika Serikat,

memperkenalkan suatu diagram yang memandang industri sebagai suatu perbaikan performansi bisnis modern harus mencakup keseluruhan sistem industri dari kedatangan *material* sampai kepada konsumen dan desain ulang produk (barang dan/atau jasa) untuk masa mendatang. Konsep sistem industri yang dikemukakan oleh Deming selanjutnya populer dengan nama “Roda Deming (Deming’s Wheel)”, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Roda Deming dalam Industri Modern

(Sumber: Gaspersz, 1998)

Dari Gambar 2.2. tampak bahwa Roda Deming terdiri dari empat komponen utama, yaitu: riset pasar, desain produk, proses produksi dan pemasaran. Deming menekankan pentingnya interaksi tetap antara riset pasar, desain produk, proses produksi, dan pemasaran, agar perusahaan industri mampu menghasilkan produk dengan harga kompetitif dan kualitas yang lebih baik sehingga memuaskan pelanggan. Deming menjelaskan bahwa Roda itu harus dijalankan atas dasar pengertian dan tanggung jawab bersama untuk mengutamakan efisiensi industri dan peningkatan kualitas.

Berdasarkan informasi tentang keinginan konsumen yang diperoleh dari riset pasar yang komperhensif, selanjutnya desain produk sesuai dengan keinginan pasar. Dalam desain produk telah menetapkan spesifikasi yang harus diikuti oleh bagian produksi. Pada bagian produksi harus meningkatkan efisiensi dari proses dan kualitas produk agar diperoleh produk sesuai keinginan pasar. Dari proses

produksi yang efisien dan berkualitas, selanjutnya didistribusikan ke konsumen dengan harga yang kompetitif. Untuk menghadapi persaingan yang semakin meningkat, perusahaan dituntut untuk selalu melakukan perbaikan secara terus-menerus (*Continous Improvement*) menggunakan manajemen kualitas total (*Total Quality management*).

2.2 Kualitas

2.2.1 Pengertian Kualitas

Dilihat dari kata “kualitas” dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, dapat diartikan sebagai suatu tingkatan baik atau buruknya sesuatu. Dalam konteks pengendalian proses secara statistik, kualitas didefinisikan sebagai konsistensi peningkatan atau perbaikan, dan penurunan variasi karakteristik dari suatu produk yaitu barang dan jasa yang dihasilkan, agar memenuhi spesifikasi guna meningkatkan kepuasan pelanggan *eksternal* dan *internal* (Gaspersz, 1998).

Ada banyak sekali definisi dan pengertian kualitas, yang sebenarnya definisi atau pengertian yang satu hampir sama dengan definisi yang lain (Ariani, 2004). Pengertian kualitas menurut beberapa ahli yang banyak dikenal antara lain (Ariani, 2004):

1. Juran, (1962) “Kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya”.
2. Crosby, (1979) “Kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability, delivery, reability, maintainability*, dan *cost effectiveness*”.
3. Deming, (1982) “Kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan dimasa mendatang”.
4. Feigenbaum, (1991) “Kualitas yaitu keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi: *marketing, engineering, manufacture* dan *maintenance*, dimana produk dan jasa tersebut akan sesuai harapan pelanggan”.
5. Kualitas menurut Goetsh dan Davis (1994), “Kualitas merupakan suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan”.
6. Perbendaharaan istilah ISO 8402 dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991), kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau

jasa yang kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu.

Kualitas selalu berfokus kepada pelanggan sehingga produk-produk didesain, diproduksi, serta pelayanan diberikan untuk memenuhi keinginan pelanggan. Karena kualitas mengacu kepada segala sesuatu yang menentukan kepuasan pelanggan, suatu produk yang dihasilkan baru dapat dikatakan berkualitas apabila sesuai dengan keinginan pelanggan, dapat dimanfaatkan dengan baik, serta diproduksi dengan cara yang benar (Ariani, 2003).

2.2.2 Dimensi Kualitas

Dimensi kualitas adalah sifat-sifat yang dimiliki oleh suatu benda ataupun barang maupun jasa yang secara keseluruhan memberi rasa kepuasan kepada penggunanya karena telah sesuai dengan apa yang dibutuhkan pengguna. Ada beberapa dimensi kualitas untuk industri manufaktur dan jasa. Dimensi ini digunakan untuk melihat dari sisi manakah kualitas dinilai. Kedelapan dimensi kualitas dapat diuraikan sebagai berikut (Ariani, 2004):

1. *Performance*, yaitu kesesuaian produk dengan fungsi utama produk itu sendiri atau karakteristik operasi dari suatu produk.
2. *Feature*, yaitu ciri khas produk yang membedakan dari produk lain yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan.
3. *Reliability*, yaitu kepercayaan pelanggan terhadap produk karena keandalannya atau karena kemungkinan kerusakan yang rendah.
4. *Conformance*, yaitu kesesuaian produk dengan syarat atau ukuran tertentu sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standar-standar yang telah ditetapkan.
5. *Durability*, yaitu tingkat ketahanan/awet produk atau lama umur produk.
6. *Serviceability*, yaitu kemudahan produk itu bila akan diperbaiki atau kemudian memperoleh komponen produk tersebut.

7. *Aesthetic*, yaitu keindahan atau daya tarik produk tersebut.
8. *Perception*, yaitu fanatisme konsumen akan merek suatu produk tertentu karena citra atau reputasi produk itu sendiri.

2.2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kualitas

Pada masa sekarang ini industri tergantung pada sejumlah besar kondisi yang membebani produk-produk melalui suatu cara yang tidak pernah dialami pada periode sebelumnya. Kualitas produk secara langsung dipengaruhi oleh (Feigenbaum, 1996):

1. *Money* (Uang)

Meningkatnya di dalam banyak bidang mendorong perusahaan untuk lebih meningkatkan kualitas dan memperbanyak produk, bersamaan dengan kebutuhan dan keinginan konsumen yang tidak mungkin tidak akan mengeluarkan biaya lebih besar. Biaya-biaya kualitas yang dikatakan dengan pemeliharaan dan perbaikan kualitas telah mencapai tingkat biaya yang harus diperhatikan oleh para manajer sebagai salah satu dari titik lunak tempat biaya operasi dan kerugian dapat diturunkan untuk memperbaiki laba.

2. *Man* (Manusia)

Pertumbuhan yang cepat dalam pengetahuan teknis dan penciptaan produk baru seperti elektronika. Komputer telah menciptakan suatu permintaan yang besar akan pekerja atau operator dengan pengetahuan khusus. Spesialisasi telah menjadi penting karena bidang-bidang pengetahuan bertambah tidak hanya dalam jumlah tetap, bahkan dalam luasnya.

3. *Machine* (Mesin)

Permintaan perusahaan untuk mencapai penurunan biaya telah mendorong penggunaan perlengkapan pabrik. Kualitas yang baik menjadi sebuah faktor yang kritis dalam memelihara waktu kerja mesin agar fasilitasnya dapat dimanfaatkan sepenuhnya.

4. *Material* (Bahan)

Disebabkan oleh biaya produksi dan persyaratan kualitas, para ahli teknik memiliki pengetahuan bahan yang lebih mendalam sehingga adanya batasan yang lebih ketat dan keanekaragaman bahan menjadi lebih besar.

5. *Management* (Manajemen)

Agar kualitas suatu produk bagus maka harus ada koordinasi yang jelas antara seluruh level manajemen perusahaan.

6. *Market* (Pasar)

Jumlah produk yang ditawarkan di pasar terus bertambah pesat, hal ini mengakibatkan konsumen akan lebih hati-hati dalam menggunakan dan membeli suatu produk. Menjadi tantangan perusahaan untuk meningkatkan kualitas produk agar barang yang ditawarkan diterima oleh pasar.

7. *Information* (Informasi)

Teknologi informasi ini telah menyediakan cara untuk mengendalikan mesin dan proses selama pembuatan produk dan mengembalikan produk hingga sampai ke tangan pelanggan. Revolusi teknologi komputer yang cepat telah membuka kemungkinan untuk dapat menyimpan, mengumpulkan dan mengambil serta memanipulasi informasi pada suatu skala yang tidak terbayangkan sebelumnya. Dengan demikian dapat memberikan kemampuan untuk mengatur informasi yang lebih cepat, akurat, tepat waktu dan bersifat ramalan untuk masa yang akan datang.

2.2.4 Pengendalian Kualitas

Secara umum, pengendalian kualitas dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang efektif guna memadukan pengembangan, pemeliharaan, dan upaya perbaikan kualitas dari berbagai kelompok dalam sebuah organisasi agar pemasaran, rekayasa, produksi dan jasa dapat berada pada tingkatan yang paling ekonomis sehingga pelanggan atau konsumen mendapat kepuasan maksimal. Ada beberapa pendapat ahli yang mendefinisikan istilah pengendalian kualitas, yaitu:

1. Feigenbaum (1991) dalam Gazperz (2002)

Mendefinisikan pengendalian kualitas sebagai tindakan yang perlu dilakukan untuk menjamin tercapainya tujuan dengan mengadakan pemeriksaan yang

dimulai dari bahan mentah sampai bahan jadi sehingga sesuai dengan apa yang diharapkan.

2. Besterfield (1992) dalam Gazperz (2002)
Mendefinisikan pengendalian kualitas sebagai suatu proses yang teratur terhadap kegiatan-kegiatan untuk mengukur performansi standar dan berusaha melakukan tindakan perbaikan.
3. Gasperz (2002)
Pengendalian kualitas merupakan aktivitas-aktivitas teknik dan manajemen, karena mengukur karakteristik dari produk, kemudian membandingkan hasil pengukuran itu dengan spesifikasi produk yang diinginkan pelanggan, serta mengambil tindakan perbaikan yang tepat apabila ditemukan perbedaan antara performansi aktual dengan standar.

2.2.5 Manfaat Pengendalian Kualitas

Kualitas memiliki manfaat, adapun manfaat dari pengendalian kualitas menurut Evans dan Lindsay (2007), yaitu:

1. Suatu struktur sistem pengendalian kualitas yang dapat menyelesaikan hasil produksi yang ada, dengan perbaikan hasil produk dan pelayanan yang diberikan.
2. Suatu sistem yang terus-menerus mengevaluasi dan memodifikasi kebutuhan pelanggan.
3. Dapat memperbaiki produktivitas dan dapat mengurangi *scrap* dan pengerjaan ulang (*rework*).
4. Adanya pengurangan produk cacat dan meningkatnya produktivitas mengakibatkan menurunnya biaya produksi. Peningkatan produktivitas menyebabkan menurunnya *lead time* sehingga terjadi perbaikan waktu.

2.2.6 Tujuan Pengendalian Kualitas

Tujuan pengendalian kualitas yaitu menjamin bahwa produk yang dihasilkan memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Kegiatan pengendalian

mutu dilakukan pada saat penerimaan bahan baku, selama proses dan pengujian produk akhir. Menurut Assauri (1999), tujuan pengendalian kualitas adalah:

1. Hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Biaya produksi dapat ditekan serendah mungkin.
3. Produk yang diproduksi dapat memenuhi permintaan pasar atau konsumen.
4. Mempertahankan tingkat kepercayaan yang diberikan konsumen pada produk-produk yang telah dihasilkan perusahaan.

2.3 *Six Sigma*

Istilah *six sigma* terdiri dari dua kata yaitu *six* dan *sigma*. *Six* berarti angka 6 (enam). Sedangkan *sigma* merupakan huruf ke-18 dari abjad Yunani dan merupakan simbol dari deviasi (penyimpangan) standar yang dilambangkan dengan σ . Oleh karena itu, *six sigma* sering dituliskan dalam simbol 6σ .

Six Sigma adalah cara mengukur proses, tujuan mendekati sempurna, disajikan dengan 3,4 DPMO (*Defect Per Million Opportunities*), sebuah pendekatan untuk mengubah budaya organisasi. Berikut adalah beberapa pengertian *Six Sigma*:

1. *Six Sigma* didefinisikan sebagai sebuah sistem yang luas dan komprehensif untuk membangun dan menopang kinerja, sukses dan kepemimpinan bisnis (Pande, dkk, 2002).
2. *Six Sigma* adalah “suatu metodologi bisnis yang bertujuan meningkatkan nilai-nilai kapabilitas dan aktivitas proses bisnis (Hidayat, 2007).

Pengertian *Six Sigma* berdasarkan pernyataan diatas adalah suatu metodologi bisnis yang bertujuan meningkatkan nilai-nilai kapabilitas dan aktivitas proses bisnis dengan tujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan dan kesalahan dengan fokus pada pemahaman akan kebutuhan pelanggan dengan menggunakan fakta, data dan analisis statistik secara terus menerus dengan memperhatikan pengaturan, perbaikan dan mengkaji ulang proses usaha.

Tujuan model statistik adalah untuk menggambarkan unit-unit *Sigma* sehubungan

dengan pengukuran suatu kinerja proses. Misalnya, jika proses bisnis berada di level 5 *sigma*, berarti tingkat kinerja proses bisnis tersebut sebesar 99,9767%, hal ini berarti dalam setiap satu juta aktivitas proses hanya akan terjadi 233 kali kegagalan proses dan kinerja prosesnya berada dibawah satu tingkat dibandingkan dengan kinerja terbaik yaitu level 6 *sigma*. Tabel hubungan level *sigma* dan nilai kegagalan per sejuta kesempatan bisa dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Hubungan Antara Level *Sigma* dengan Tingkat Per Sejuta Kesempatan

Level <i>Sigma</i>	Kegagalan per Satu Juta Kesempatan	Percent
1	691.462	30,8
2	308.538	69,15
3	66.807	93,32
4	6.210	99,38
5	233	99,98
6	3,4	99,99

(Sumber: Hidayat, 2007)

2.3.1 Sejarah *Six Sigma*

Six Sigma paling tepat didefinisikan sebagai metode peningkatan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan dan kesalahan, mengurangi waktu siklus dan biaya operasi, meningkatkan produktivitas, memenuhi kebutuhan pelanggan dengan lebih baik, mencapai tingkat pendayagunaan aset yang lebih tinggi, serta mendapatkan imbal hasil atas investasi yang lebih baik dari segi produksi maupun pelayanan. Metode ini disusun berdasarkan sebuah metodologi penyelesaian masalah sederhana DMAIC, yang merupakan singkatan dari *define* (merumuskan), *measure* (mengukur), *analyze* (menganalisis), *improve* (meningkatkan/memperbaiki), dan *control* (mengendalikan) yang menggabungkan bermacam-macam perangkat statistik serta pendekatan perbaikan proses lainnya (Evans & Lindsay, 2007).

Six Sigma juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri berfokus pada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses (*process capability*). Pendekatan pengendalian proses *Six Sigma* Motorola (*Motorola's Six Sigma*

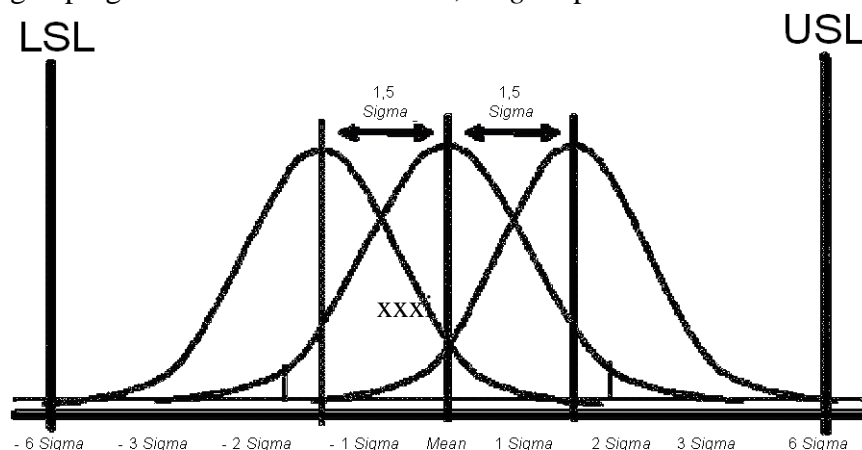
process control) mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (*mean*) setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar 1,5-Sigma. Konsep *Six Sigma* Motorola berbeda dari konsep *Six Sigma* dalam distribusi normal yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata (*mean*) dari proses. Perbedaan ini dapat ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Perbedaan *True Six Sigma* dengan Motorola *Six Sigma*

<i>True Six Sigma process</i> (<i>Normal Distribution Centered</i>)			<i>Motorola's Six Sigma process</i> (<i>Normal Distribution Shifted 1,5 Sigma</i>)		
Batas Spesifikasi (LSL-USL)	<i>Presentation</i> Yang Memenuhi Spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/Sejuta Kesempatan)	Batas spesifikasi (LSL-USL)	<i>Presentation</i> Yang Memenuhi Spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/Sejuta Kesempatan)
$\pm 1 \text{ Sigma}$	68,27%	317.300	$\pm 1 \text{ Sigma}$	30,8538%	691.462
$\pm 2 \text{ Sigma}$	95,45%	45.500	$\pm 2 \text{ Sigma}$	69,1462%	308.538
$\pm 3 \text{ Sigma}$	99,73%	2.700	$\pm 3 \text{ Sigma}$	93,3193%	66.807
$\pm 4 \text{ Sigma}$	99,9937%	63	$\pm 4 \text{ Sigma}$	93,3790%	6.210
$\pm 5 \text{ Sigma}$	99,99943%	0,57	$\pm 5 \text{ Sigma}$	99,9767%	233
$\pm 6 \text{ Sigma}$	99,999998%	0,002	$\pm 6 \text{ Sigma}$	99,99966%	3.4

(Sumber: Gaspersz, 2002)

Nilai pergeseran 1,5 *Sigma* ini diperoleh dari hasil penelitian Motorola atas proses dan sistem industri, dimana menurut hasil penelitian bahwa sebaik-baiknya suatu proses industri tidak akan 100% berada pada satu titik nilai target, tetapi akan ada pergeseran sebesar rata-rata 1,5 *Sigma* dari nilai tersebut. Gambar konsep *Six Sigma* dengan pergeseran distribusi normal 1,5 *Sigma* pada Gambar 2.3.



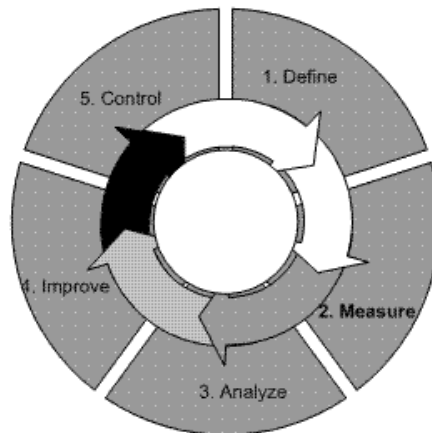
Gambar 2.3. Konsep *Six Sigma*

(Sumber: Gaspersz, 2002)

Menurut Gaspersz (2002), pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai sebagaimana yang mereka harapkan. Apabila produk (barang dan atau jasa) diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma*, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan/ DPMO atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. Dengan demikian *Six Sigma* dapat dijadikan ukuran target kinerja sistem industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok (industri) dan pelanggan (pasar).

2.4 Metode DMAIC

Pada model perbaikan *Six Sigma* ini menggunakan dan merujuk pada lima fase yang makin umum dalam organisasi-organisasi *Six Sigma*, yaitu *Define* (menentukan), *Measure* (ukur), *Analyze* (analisa), *Improve* (perbaikan), dan *Control* (pengendalian). Tujuan dari proses DMAIC adalah untuk melangkah dari menemukan permasalahan, mengidentifikasi penyebab masalah, hingga akhirnya menemukan solusi atau cara untuk memperbaiki. Siklus DMAIC dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Siklus DMAIC

(Sumber: Pande, 2002)

2.4.1 Keuntungan Potensial DMAIC

Disisi lain, ada alasan organisasional dan alasan yang masuk akan mengapa perusahaan dapat mempertimbangkan untuk mengadopsi sebuah model perbaikan baru sebagai bagian dari usaha *Six Sigma*. Jika perusahaan tidak memiliki proses pemecahan masalah, maka DMAIC menawarkan keuntungan dibandingkan yang lainnya. Pande dkk (2002) telah merangkumnya dalam 7 keuntungan yang akan diperoleh, yaitu:

1. Mengukur masalah
 Dalam memecahkan suatu masalah tidak hanya mengasumsikan namun harus dimengerti sehingga harus dibuktikan dengan fakta-fakta.
2. Memfokuskan pada pelanggan
 Pelanggan *eksternal* menjadi prioritas utama dan pertama, lebih penting dari harus menghemat biaya dalam sebuah proses.
3. Menguji akar masalah
 Dalam proses perbaikan kualitas penemuan akar masalah merupakan keharusan, akan tetapi sejauh mana pengaruh akar masalah tersebut perlu dibuktikan dengan data dan fakta dilapangan.
4. Mematahkan kebiasaan-kebiasaan lama
 Solusi dari DMAIC mampu mengubah lebih banyak kebiasaan lama yang

kaku.

5. Mengelola resiko

Masalah yang dihadapi harus memiliki solusi disempurnakan sampai kondisi masalah hilang.

6. Mengukur hasil

Pengaruh riil dari semua solusi dibuktikan dan lebih mengandalkan fakta-fakta.

7. Mempertahankan perubahan

Membuat perubahan terus berlanjut merupakan kunci final bagi pendekatan pemecahan masalah yang lebih memberikan pencerahan.

2.5 Tahap *Define*

Setelah sebuah proyek *Six Sigma* dipilih, langkah pertama yang harus dilakukan adalah mendefinisikan masalah. Aktivitas ini sangat berbeda dari pemilihan proyek. Pemilihan proyek adalah aktivitas yang dilakukan untuk merespon gejala suatu permasalahan yang kemudian membuahkan sebuah kesepakatan proyek dimana otoritas dan tanggung jawab diberikan kepada tim *Six Sigma*. Langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap *define* adalah sebagai berikut:

2.5.1 Pemilihan Proyek *Six Sigma*

Proyek *Six Sigma* dapat berkisar dari masalah kecil yang membahas satu wilayah kerja hingga masalah yang lintas organisasi. Namun, salah satu tantangan *Six Sigma* yang cukup sulit adalah identifikasi masalah yang terpenting untuk diselesaikan. Oleh karena itu, langkah pertama yang harus dilakukan untuk mengelola proyek adalah mendefinisikan tujuan proyek, serta kapan dan bagaimana proyek ini dapat dicapai.

2.5.2 *Mapping Process*

Sebagaimana perusahaan memiliki grafik organisasi, mereka dapat

memiliki peta proses yang memberi gambaran bagaimana aliran pekerjaan melalui perusahaan. Peta proses menciptakan lambang untuk membantu orang membahas perbaikan proses. Peta proses merupakan gambaran grafik dari suatu proses, menunjukkan urutan tugas menggunakan versi yang dimodifikasi dari simbol bagan aliran (*flow chart*) standar (Pyzdek, 2002). Peta proses pekerjaan serupa dengan peta jalan, didalamnya ada banyak alternatif rute untuk mencapai tujuan.

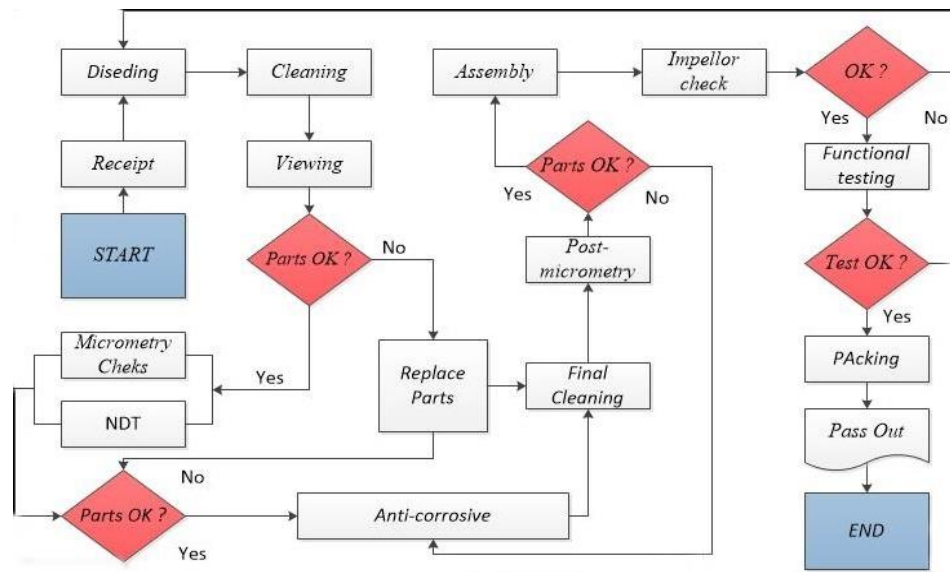
Menurut Galloway (1994) yang dikutip dari Pyzdek (2002), dengan menciptakan peta proses berbagai alternatif ditunjukkan dan perencanaan yang efektif dipermudah. Langkah yang diliputi adalah sebagai berikut:

1. Memilih satu proses yang akan dipetakan
2. Mendefinisikan proses
3. Memetakan proses utama
4. Memetakan jalur alternatif
5. Memetakan titik pemeriksaan
6. Menggunakan peta untuk meningkatkan proses

Proses berhubungan pada aktivitas bisnis alamiah. Bagaimanapun, dalam organisasi modern proses alami ini diantara banyak departemen yang berbeda. Suatu peta proses menyediakan gambaran terpadu dari proses alami. Oleh karena fokus pada hierarki organisasi, proses cenderung menjadi tidak terkelola. Orang bertanggung jawab untuk proses tersebut.

Dikutip dari (Pyzdek, 2002), menjelaskan bagaimana Motorola menggunakan pemetaan proses untuk membantu mengurangi siklus waktu. Pemetaan proses lintas fungsional meliputi penciptaan tim yang anggotanya dipilih dari setiap departemen yang terliput dalam siklus pengembangan produk baru dari pemasaran sampai produksi hingga penelitian dan pengembangan. Fase berikutnya meliputi pemetaan setiap langkah di dalam proses pengembangan produk dari mulai sampai selesai.

Mapping process bisa dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Mapping Process

(Sumber: Pyzdek, 2002)

Ada berbagai macam peta proses seperti: (Syukron dan Kholil, 2013):

a. Proses SIPOC

Setiap proyek *Six Sigma* yang dipilih, harus didefinisikan proses–proses kunci, proses beserta interaksinya, serta pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu. Pelanggan ini dapat menjadi pelanggan *internal*, ataupun *eksternal*. Sebelum mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek *Six Sigma*, perlu diketahui model proses SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customers*).

Dalam manajemen dan perbaikan proses, diagram SIPOC merupakan salah satu teknik yang paling berguna dan paling sering digunakan. Diagram ini digunakan untuk menyajikan sekilas dari aliran kerja. SIPOC berasal dari lima elemen yang ada pada diagram, yaitu (Syukron dan Kholil, 2013):

1) *Supplier*

Orang atau kelompok orang yang memberikan informasi kunci, *material*, atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sebelumnya dapat dianggap sebagai pemasok *internal* (*internal suppliers*).

2) *Input*

Merupakan segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*Supplier*) kepada proses untuk menghasilkan *output*.

3) *Process*

Merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal, menambah nilai kepada *input* (proses transformasi nilai tambah kepada *input*). Suatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub proses.

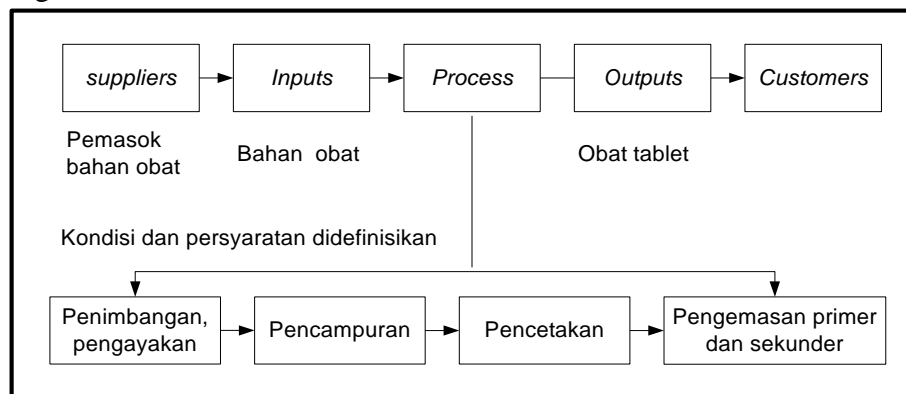
4) *Output*

Merupakan produk (barang atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur, *output* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi. Termasuk di dalam *output* adalah informasi-informasi kunci dari proses.

5) *Customer*

Merupakan orang atau kelompok orang, atau sub proses yang menerima *outputs*.

Salah satu contoh dari diagram SIPOC dari proses pembuatan obat adalah sebagai berikut:



Gambar 2.6. Diagram SIPOC

(Sumber: Gaspersz, 2002)

b. Diagram Aliran Proses (*Process Flowchart*)

Flowchart adalah sebuah diagram yang menggunakan simbol-simbol untuk menggambarkan sifat dan aliran urutan dari sebuah proses. Beberapa

keuntungan menggunakan *Flowchart* yaitu: (Syukron dan Kholil, 2013)

- 1) Meningkatkan pemahaman dari sebuah proses dengan menjelaskan urutan dengan gambar. Orang mungkin memiliki perbedaan pemahaman terhadap proses yang sedang berlangsung. *Flowchart* dapat membantu kesamaan persepsi dalam urutan proses tersebut. *Flowchart* meningkatkan pemahaman dimana tulisan tidak dapat melakukannya.
- 2) Menyediakan alat latihan untuk karyawan. Dikarenakan kemampuan secara visual tentang *layout* urutan proses, *Flowchart* sangat membantu dalam memberikan latihan terhadap karyawan dengan prosedur yang standar.
- 3) Mengidentifikasi daerah bermasalah dan kesempatan untuk peningkatan dari sebuah proses.
- 4) Menggambarkan hubungan pelanggan dan pemasok. Membantu proses bekerja untuk memahami siapa pelanggan mereka bertindak ketika sebagai pemasok dan kadang sebagai pelanggan berhubungan dengan orang lain.

Simbol-simbol yang bisa digunakan dalam *Flowchart* secara spesifik maksud yang dihubungkan dengan sebuah panah yang menandakan aliran dari suatu langkah ke langkah lain. Masing-masing simbol akan dijelaskan dibawah ini:

- 1) Oval

Menandakan titik awal dan titik akhir dari urutan proses

- 2) Kotak

Kotak menunjukkan sebuah langkah tunggal atau aktifitas dalam proses.

- 3) Belah ketupat

Belah ketupat menunjukkan titik keputusan seperti ya atau tidak / lanjut atau berhenti. Setiap jalan yang dihasilkan dari belah ketupat

harus diberi keterangan dengan jawaban yang masuk akal.

4) Lingkaran

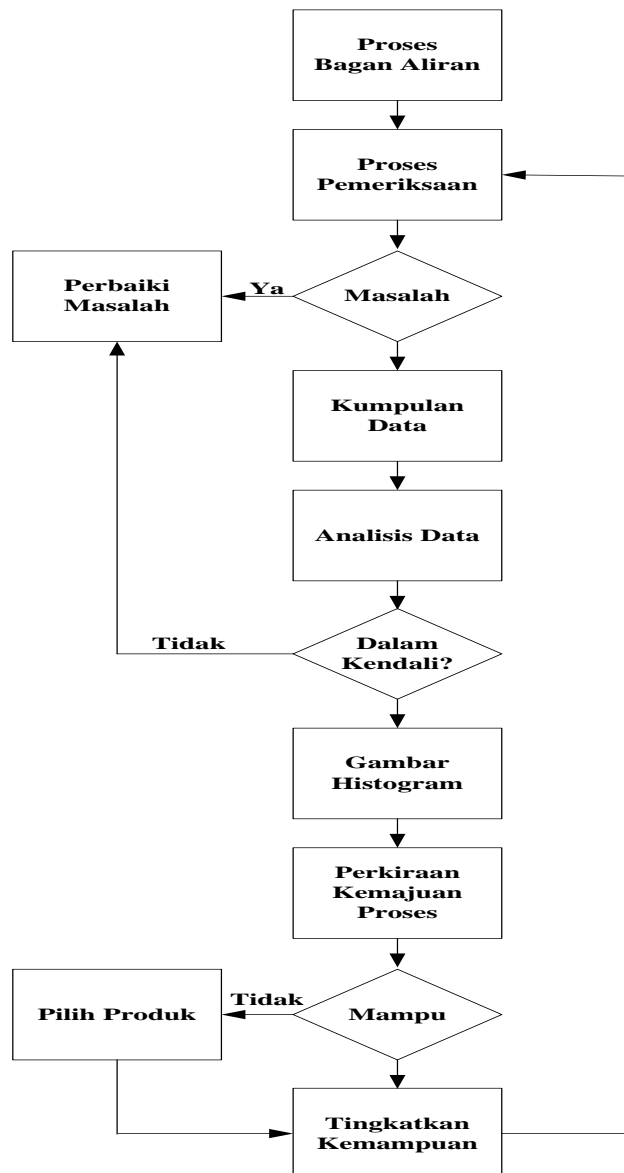
Lingkaran menandakan beberapa langkah akan dihubungkan dengan halaman lain atau bagian dari *Flowchart*. Huruf yang diletakkan didalam lingkaran menjelaskan kelanjutan dari proses.

5) Segitiga

Segitiga menunjukkan dimana proses pengukuran berlangsung.

Diagram aliran proses menunjukkan aktivitas yang perlu dilakukan dalam suatu proses. Diagram aliran proses ini penting sekali untuk menganalisis aktivitas yang perlu diperbaiki atau masalah perlu dihilangkan.

Bagan Alir dari Analisis Kemampuan Proses dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Bagan Alir dari Analisis Kemampuan Proses

(Sumber : Pyzdek, 2002)

Tools lain yang digunakan pada tahap *define* ini adalah diagram pareto.

1. Diagram Pareto

Diagram ini diperkenalkan pertama kali oleh seorang ahli ekonomi dari Italia bernama Vilfredo Pareto (1848-1923). Diagram pareto dibuat untuk menemukan masalah atau penyebab yang merupakan kunci dalam penyelesaian masalah dan perbandingan terhadap keseluruhan. Dengan mengetahui penyebab-penyebab yang dominan (yang seharusnya pertama kali diatasi)

maka kita akan bisa menetapkan prioritas perbaikan. Perbaikan atau tindakan koreksi pada faktor penyebab yang dominan ini akan membawa akibat atau pengaruh yang lebih besar dibandingkan dengan penyelesaian penyebab yang tidak berarti.

Kegunaan dari diagram pareto adalah (Wignjosoebroto, 2006):

- a. Menunjukkan persoalan utama yang dominan dan perlu segera diatasi.
- b. Menyatakan perbandingan masing-masing persoalan yang ada dan kumulatif secara keseluruhan.
- c. Menunjukkan tingkat perbaikan setelah tindakan koreksi dilakukan pada daerah yang terbatas.
- d. Menunjukkan perbandingan masing-masing persoalan sebelum dan sesudah perbaikan.

Pembuatan diagram pareto terdiri dari beberapa langkah. Langkah-langkah pembuatan diagram pareto dapat dijelaskan sebagai berikut: (Wignjosoebroto, 2006)

- a. Kelompokkan masalah yang ada dan nyatakan hal tersebut dalam angka yang bisa terukur secara kuantitatif.
- b. Atur masing-masing penyebab atau masalah yang ada sesuai dengan pengelompokkan yang dibuat. Pengaturan dilaksanakan berurutan sesuai dengan besarnya nilai kuantitatif masing-masing. Selanjutnya gambarkan keadaan ini dalam bentuk grafik kolom. Penyebab nilai kuantitatif terkecil digambarkan paling kanan.
- c. Buatlah grafik garis secara kumulatif (berdasarkan persentase penyimpangan) di atas grafik kolom ini. Grafik garis ini dimulai dari penyebab penyimpangan terbesar terus terkecil.

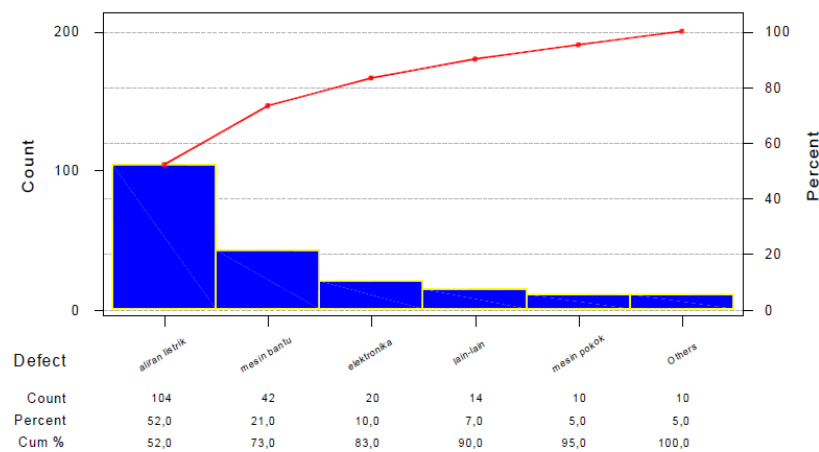
Berdasarkan langkah-langkah pembuatan diagram pareto tersebut di atas jelas bahwa secara sederhana dan mudah akan dapat digambarkan penyimpangan-penyimpangan mana yang cukup penting dan mendesak untuk segera diatasi. Diagram pareto merupakan langkah awal (berdasarkan skala prioritas) untuk melakukan perbaikan atau tindakan koreksi terhadap penyimpangan yang terjadi. Untuk melaksanakan perbaikan atau koreksi ini maka tiga hal berikut

cukup penting untuk dipertimbangkan (Wignjosoebroto, 2006):

- a. Setiap orang yang terlibat dalam permasalahan ini harus sepakat untuk bekerja sama mengatasinya.
- b. Tindakan perbaikan harus benar-benar akan memberikan dampak positif yang kuat dan menguntungkan semua pihak
- c. Tujuan nyata (dalam hal ini efisiensi dan produktivitas kerja diharapkan akan meningkat) harus bisa diformulasikan secara konkrit dan jelas.

Dengan bantuan Pareto tersebut, kegiatan akan lebih efektif dengan memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak yang paling besar terhadap kejadian daripada meninjau berbagai sebab pada suatu ketika (Nasution, 2001).

Dari uraian di atas, maka diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 2.8



Gambar 2.8. Diagram Pareto

(Sumber: Nasution, 2001)

2.6. Tahap Measure

Setelah berhasil mendefinisikan permasalahan (*define process*), langkah selanjutnya dalam metodologi *Six Sigma* adalah melakukan pengukuran (*measurement process*). Dimana langkah ini fokus pada pemahaman kinerja proses yang dipilih untuk diperbaiki pada saat ini, serta pengumpulan semua data yang dibutuhkan untuk analisis (Syukron dan Kholil, 2013).

VoC adalah istilah yang digunakan dalam dunia bisnis yang digunakan untuk

menjabarkan proses yang mendalam yang bertujuan untuk mengetahui dan memahami ekspektasi, preferensi, dan ketidaksukaan pelanggan atas barang atau jasa yang ditawarkan. Sebenarnya *Voice of Customer* adalah bagian dari teknik riset pasar (*market research*) yang menyajikan laporan mengenai keinginan dan kebutuhan pelanggan yang tertata dalam struktur yang hirarkis. Poin-poin yang ada pada laporan kemudian disusun berdasarkan prioritas (sesuai dengan tingkat kepentingannya bagi pelanggan dan perusahaan).

“Suara pelanggan” (*Customer’s Voices*) merupakan kebutuhan dan ekspektasi dari pelanggan, baik pelanggan *internal* maupun pelanggan *eksternal*. Untuk dapat mengetahui kebutuhan spesifikasi dari pelanggan maka seluruh persyaratan *output* perlu didefinisikan. Persyaratan *output* berkaitan dengan karakteristik dari produk akhir yang diserahkan kepada pelanggan pada akhir proses. Persyaratan *output* didefinisikan secara spesifik apa yang diinginkan pelanggan. Dalam situasi dimana pelanggan tidak mengetahui secara spesifik apa yang diinginkannya, maka tim harus mampu mendaftarkan semua persyaratan *output* yang akan memenuhi kebutuhan pelanggan yang harus diterjemahkan terlebih dahulu ke dalam bahasa spesifik proses. Persyaratan *output* yang telah terdaftar kemudian didefinisikan melalui karakteristik kualitas, dan selanjutnya akan menjadi CTQ (*Critical-to-Quality*) dalam proyek.

Measure adalah langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Hal-hal pokok yang harus dilakukan adalah menentukan karakteristik kualitas (CTQ) dan mengukur kinerja sekarang (*baseline*).

2.6.1. Penentuan Karakteristik Kualitas (CTQ)

Karakteristik kualitas (*Critical To Quality* = CTQ) sebaiknya ditetapkan berdasarkan dengan spesifikasi pelanggan. Pemahaman akan CTQ pelanggan akan membantu kita untuk menyeleksi proyek-proyek *Six Sigma* yang terpenting. Identifikasi CTQ membutuhkan pemahaman akan keinginan pelanggan karena bagaimana pun pelangganlah yang berperan penting terhadap pencitraan kualitas perusahaan. Sebelum melakukan pengukuran terhadap setiap karakteristik kunci

(CTQ), maka kita perlu mengevaluasi sistem pengukuran yang ada agar menjamin efektivitas sepanjang waktu. Organisasi kelas dunia yang menerapkan *Six Sigma* biasanya menggunakan karakteristik untuk mengevaluasi sistem pengukuran kinerja mereka.

Terdapat lima dimensi utama yang disusun sesuai urutan tingkat kepentingan relatifnya sebagai berikut (Syukron dan Kholil, 2013), yaitu:

- Realiabilitas (*reliability*), berkaitan dengan kemampuan perusahaan untuk memberikan layanan yang akurat sejak pertama kali tanpa membuat kesalahan apapun dan menyampaikan jasanya sesuai dengan waktu yang disepakati.
- Daya tanggap (*responsiveness*), berkenaan dengan kesediaan dan kemampuan para karyawan untuk membantu para pelanggan dan merespon permintaan mereka, serta menginformasikan kapan jasa akan diberikan dan kemudian memberikan jasa secara cepat.
- Jaminan (*assurance*), yakni perilaku para karyawan mampu menumbuhkan kepercayaan pelanggan terhadap perusahaan, dan perusahaan bisa menciptakan rasa aman bagi para pelanggannya.
- Empati (*empathy*), berarti perusahaan memahami masalah para pelanggannya dan bertindak demi kepentingan pelanggan, serta memberikan perhatian personal kepada pelanggan dan memiliki jam operasi yang nyaman.
- Bukti fisik (*tangibles*), berkenaan dengan daya tarik fasilitas, perlengkapan, dan *material* yang digunakan perusahaan, serta penampilan karyawan.

CTQ dapat dikategorikan ke dalam tiga kategori, seperti yang disarankan Nariaki Kano:

- Penyebab ketidakpuasan, sesuatu yang diharapkan dalam suatu produk atau jasa. Contohnya, pada sebuah mobil, radio, pemanas, dan fitur keselamatan. Fasilitas tersebut tidak diminta oleh pelanggan tetapi jika fasilitas tersebut tidak ada maka akan membuat pelanggan kecewa atau merasa tidak puas.
- Penyebab kepuasan, sesuatu yang diinginkan oleh pelanggan. Banyak pembeli mobil menginginkan atap mobil, jendela otomatis, atau rem anti

kunci. Meskipun kebutuhan ini terkadang tidak diminta oleh pelanggan, namun jika kebutuhan terpenuhi maka akan membuat pelanggan puas.

- Pembuat senang, fitur baru atau tidak diharapkan oleh pelanggan, adanya fitur yang tidak diharapkan, seperti tombol perkiraan cuaca, akan membuat pelanggan senang dan membuat persepsi kualitas dari pelanggan menjadi lebih tinggi.

2.6.2 Peta Kendali

Diagram kontrol merupakan salah satu metode pengawasan kualitas, dikembangkan oleh Shewhart, yang dapat mengukur kinerja kualitas. Diagram kontrol dipergunakan untuk mengukur rata-rata, variabel dan atribut. Menurut Nasution (2001), variabel berhubungan dengan rata-rata dan besarnya deviasi serta untuk mengetahui sumbu terjadinya variasi proses. Pada dasarnya peta kontrol/ kendali dipergunakan untuk:

1. Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistikal. Dengan demikian peta kontrol/kendali digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali secara statistikal, dimana semua nilai rata-rata atau *range* dari subgroup contoh berada dalam batas-batas pengendalian (*control limits*), oleh karena itu variasi penyebab khusus menjadi tidak ada lagi di dalam proses.
2. Memantau proses terus-menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistikal dan hanya mengandung variasi penyebab umum.
3. Menentukan kemampuan proses (*process capability*). Setelah proses berada dalam batas pengendalian statistikal, batas-batas dari variasi proses dapat ditentukan.

Grafik peta kendali biasanya menggambarkan kinerja proses dari satu kejadian satu ke kejadian berikutnya dengan batasan-batasan yang ditetapkan yang diperoleh dari proses perhitungan. Menurut Gasperz, pada prinsipnya setiap peta kontrol/kendali mempunyai (Ariani, 2004):

1. Garis tengah (*Central Line*), yang biasanya dinotasikan dengan CL.

2. Sepasang batas kendali (*Control Limits*), dimana suatu batas kendali ditempatkan di atas garis tengah yang dikenal sebagai batas kendali atas (*Upper Control Limit*) yang biasanya dinotasikan sebagai UCL, dan yang satu lagi ditempatkan di bawah garis tengah yang dikenal sebagai batas kendali bawah (*Lower Control Limit*) yang biasanya dinotasikan sebagai LCL.
3. Tebaran nilai-nilai karakteristik kualitas yang menggambarkan keadaan dari proses. Jika semua nilai yang ditebarkan (diplot) pada peta itu berada di dalam batas kendali tanpa memperlihatkan kecenderungan tertentu, maka proses yang berlangsung dianggap berada dalam kendali atau terkendali secara statistik. Namun jika nilai-nilai yang ditebarkan pada peta itu jatuh atau berada di luar batas-batas kendali atau memperlihatkan kecenderungan tertentu atau memiliki bentuk-bentuk yang aneh, maka proses yang berlangsung dianggap berada di luar kendali atau tidak terkendali sehingga perlu diambil tindakan korektif untuk memperbaiki proses yang ada.

Pada umumnya peta kendali digunakan untuk menganalisis beberapa data dan terbagi menjadi 2 jenis peta kendali yaitu (Ariani, 2004):

1. Peta Kendali Data Variabel

Peta kendali yang digunakan untuk data variabel yaitu:

- a. Peta kendali rata-rata (*mean chart* atau *X chart*), adalah peta kendali digunakan untuk mengetahui penyimpangan pengukuran dari pengukuran rata-rata panjang, lebar, tinggi, berat, diameter dan sebagainya.
- b. Peta kendali *Range* (*R-chart*) dan Peta kendali standar deviasi (*SD-chart*). Peta kendali yang digunakan untuk mengetahui tingkat keakurasian pemrosesan. *R-chart* lebih mudah dilakukan tetapi *SD-chart* lebih tepat.
- c. Peta kendali individu (*individual control chart*), adalah peta kendali yang digunakan apabila perusahaan hanya memproduksi satu unit dalam setiap harinya.

2. Peta Kendali Data Atribut

Peta kendali data atribut merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Contoh dari data atribut adalah ketiadaan label pada kemasan produk, kesalahan proses administrasi buku tabungan nasabah, banyaknya jenis cacat pada produk dan lain-lain. Data atribut diperoleh dalam bentuk unit-unit ketidaksesuaian dengan spesifikasi atribut yang ditetapkan.

Atribut dalam pengendalian kualitas menunjukkan karakteristik kualitas yang sesuai dengan spesifikasi. Atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan, misal goresan, kesalahan, warna, atau ada bagian yang hilang. Grafik pengendali kualitas proses statistik data atribut dapat digunakan pada semua tingkatan dalam organisasi, perusahaan, dan mesin-mesin. Grafik pengendali kualitas proses statistik data atribut juga dapat membantu mengidentifikasi akar permasalahan baik pada tingkat umum maupun pada tingkat yang lebih mendetail.

Ada dua kelompok grafik pengendali proses statistik data atribut, yakni yang berdasarkan distribusi binomial dan distribusi poisson. Kelompok pengendali untuk unit-unit ketidaksesuaian, didasarkan pada distribusi binomial seperti *p-chart* yang menunjukkan proporsi ketidaksesuaian dalam sampel atau sub kelompok yang ditunjukkan dengan bagian atau persen. Sedangkan yang berdasarkan distribusi poisson, terdapat *c-chart*, dan *u-chart*. Peta kendali untuk data atribut dapat dibagi menjadi 4 (empat) peta kendali yaitu:

a. Peta Kendali P

Peta kendali P digunakan untuk mengukur proporsi ketidaksesuaian (penyimpangan yang sering disebut cacat) dari item-item dalam kelompok yang sedang diinspeksi. Dengan demikian peta kendali P dikendalikan untuk mengendalikan proporsi dari produk cacat yang dihasilkan dalam suatu proses. Proporsi yang tidak memenuhi syarat didefinisikan sebagai rasio banyaknya item yang tidak memenuhi syarat dalam suatu kelompok terhadap total banyaknya item dalam kelompok itu. Item-item itu dapat mempunyai beberapa karakteristik kualitas yang diperiksa atau diuji secara simultan oleh pemeriksa. Jika item-item itu tidak memenuhi standar pada satu atau lebih karakteristik kualitas yang diperiksa, item-item itu

digolongkan sebagai tidak memenuhi syarat spesifikasi atau cacat.

b. Peta Kendali np

Pada dasarnya peta kendali np serupa dengan peta kendali p, kecuali bahwa dalam peta kendali np terjadi perubahan skala pengukuran. Peta kendali np menggunakan ukuran banyaknya item yang tidak memenuhi spesifikasi atau banyaknya item yang tidak sesuai (cacat) dalam suatu pemeriksaan. Peta kendali np dan p cocok untuk situasi dasar yang sama, sehingga pilihan penggunaan peta kendali np apabila hal-hal berikut berlaku data banyaknya item yang tidak sesuai adalah lebih bermanfaat dan mudah untuk diinterpretasikan dalam pembuatan laporan dibandingkan data proporsi dan ukuran contoh (n) bersifat konstan dari waktu ke waktu.

np = Jumlah produk cacat untuk setiap kali sampel pengamatan

p = Proporsi cacat untuk setiap kali sampel pengamatan

$$= \frac{np}{n}$$

\bar{p} = Rata-rata proporsi cacat

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

$$CL = n \times \bar{p}$$

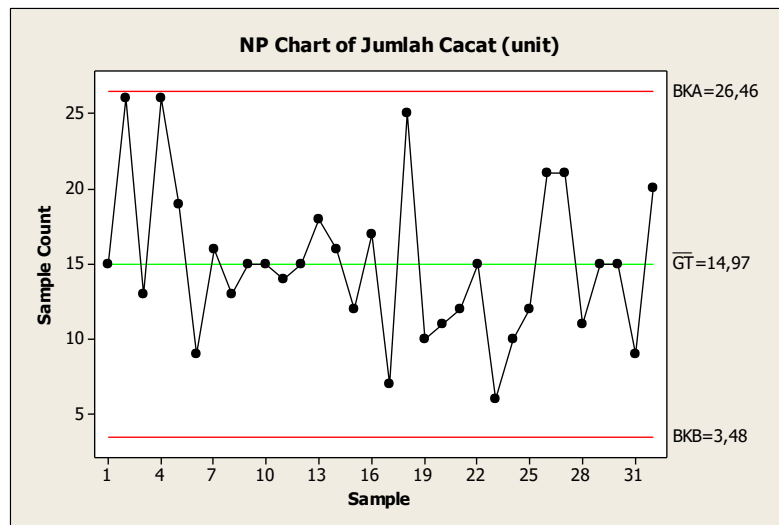
$$UCL \text{ (Batas Kendali Atas)} = CL + 3 \sqrt{(CL(1 - \bar{p}))}$$

$$LCL \text{ (Batas Kendali Bawah)} = CL - 3 \sqrt{(CL(1 - \bar{p}))}$$

Keterangan:

Jika nilai LCL < 0, maka nilai LCL = 0

Contoh peta kendali dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Peta Kendali np Data Atribut

(Sumber: Ariani, 2004)

c. Peta Kendali C

Peta kendali p dan np didasarkan pada unit produk yang cacat, dimana pengendalian kualitas didasarkan pada unit produk secara keseluruhan. Dalam hal seperti ini suatu produk dinyatakan cacat apabila mengandung paling sedikit satu titik spesifik yang tidak memenuhi syarat. Peta kendali c didasarkan pada titik spesifik yang tidak memenuhi syarat untuk produk itu, sehingga suatu produk dapat saja dianggap memenuhi syarat meskipun mengandung satu atau beberapa titik spesifik yang cacat. Peta kendali c membutuhkan ukuran contoh konstan atau banyaknya item yang diperiksa bersifat konstan untuk setiap periode pengamatan.

d. Peta Kendali U

Peta kendali u mengukur banyaknya ketidaksesuaian (titik spesifik) per unit laporan inspeksi dalam kelompok (periode) pengamatan, yang mungkin memiliki ukuran contoh (banyaknya item yang diperiksa). Peta u serupa dengan peta kendali c, kecuali bahwa banyaknya ketidaksesuaian dinyatakan dalam dasar per unit item. Peta kendali c dan u sesuai untuk beberapa kondisi. Peta kendali u dapat dipergunakan apabila contoh lebih dari satu unit dan mungkin bervariasi dari waktu ke waktu.

Untuk menyusun grafik pengendali proses statistik untuk data atribut diperlukan beberapa langkah sebagai berikut (Ariani, 2004):

1. Menentukan sasaran yang akan dicapai. Sasaran ini akan mempengaruhi jenis peta pengendali kualitas proses statistik data atribut yang harus digunakan. Hal ini tentu saja dipengaruhi oleh karakteristik kualitas suatu produk dan proses apakah proporsi atau banyaknya ketidaksesuaian dalam sampel atau sub kelompok, ataukah ketidaksesuaian dari suatu unit setiap kali mengadakan observasi.
2. Menentukan banyaknya sampel dan banyaknya observasi. Banyaknya sampel yang diambil mempengaruhi jenis grafik pengendali di samping karakteristik kualitasnya.
3. Mengumpulkan data. Data yang dikumpulkan tentu disesuaikan dengan jenis peta pengendali. Misalnya suatu perusahaan atau organisasi menggunakan *p-chart*, maka data yang dikumpulkan juga harus diatur dalam bentuk proporsi kesalahan terhadap banyaknya sampel yang diambil.
4. Menentukan garis tengah dan batas-batas pengendali pada masing-masing grafik pengendali biasanya menggunakan $\pm 3\sigma$ sebagai batas-batas pengendalinya.
5. Merevisi garis tengah dan batas-batas pengendali revisi terhadap garis pusat dan batas-batas pengendali dilakukan apabila dalam grafik pengendali kualitas proses statistik untuk data atribut terdapat data yang berada di luar batas pengendali statistik (*out of statistical control*) dan diketahui kondisi tersebut disebabkan karena penyebab khusus. Demikian pula, data yang beradadi bawah garis pengendali bawah apabila ditemukan penyebab khusus di dalamnya tentu juga diadakan revisi.

2.6.3. Pengukuran *Baseline* Kinerja pada Tingkat *Output*

Pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat *output* dilakukan secara langsung pada produk yang akan diserahkan kepada pelanggan. Pengukuran

dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* akhir dari proses itu dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan, sebelum produk itu diserahkan kepada pelanggan. Hasil pengukuran pada tingkat *output* dapat berupa data variabel maupun data atribut (Gaspersz, 2002).

Pengukuran *baseline* kinerja pada data atribut dilakukan dengan cara menghitung nilai *DPMO* dan nilai *Sigma*. Adapun di dalam menghitung nilai *Sigma*, terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum menentukan nilai *Sigma* tersebut, yaitu:

1. Unit (U)

Merupakan jumlah *part*, *sub assembly* atau sistem yang diukur atau diperiksa, sebuah item yang sedang diproses, atau produk/jasa akhir yang sedang dikirim ke pelanggan.

2. *Opportunity* (OP)

Karakteristik yang diperiksa atau diukur, dalam hal ini yang digunakan adalah *Critical To Quality (CTQ)* karena sebagian besar produk atau jasa memiliki banyak persyaratan pelanggan, maka ada beberapa peluang untuk memiliki cacat.

Ada tiga langkah utama dalam menentukan jumlah *opportunity*, yaitu:

- a. Membuat daftar pendahuluan dari jenis cacat.
- b. Menentukan yang mana cacat aktual dan kritis bagi pelanggan dari spesifikasi produk.
- c. Periksalah jumlah peluang yang diusulkan terhadap standar yang ditetapkan.

3. *Defect* (D)

Merupakan sesuatu yang diupayakan untuk dikurangi melalui program *Six Sigma*. Suatu kegagalan untuk memenuhi persyaratan pelanggan atau kinerja standar seperti kurang *solder*, kurang meratanya cat, *part* hilang dan sebagainya.

4. *Defect per unit* (DPU)

Ukuran ini merefleksikan jumlah rata-rata dari cacat, semua jenis, terhadap

jumlah total unit dari unit yang dijadikan sampel. Besarnya cacat per unit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPU = \frac{D}{U}$$

Keterangan: D : Jumlah cacat

U : Jumlah produksi

5. *Total Opportunity (TOP)*

Besarnya *total opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$TOP = U \times OP$$

Keterangan: U : Jumlah produksi

OP : *Opportunity* (peluang)

6. *Defect per Opportunity (DPO)*

Menunjukkan proporsi *defect* atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok jika DPO sebesar 0.05 berarti peluang untuk memiliki cacat dalam sebuah kategori adalah 5%. Besarnya *defect per opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPO = \frac{D}{TOP}$$

Keterangan: D : Jumlah cacat

TOP : *Total Opportunity*

7. *Defect Per Million Opportunity (DPMO)*

Mengindikasikan beberapa banyak cacat akan muncul jika ada satu juta peluang. Ukuran-ukuran peluang cacat yang diterjemahkan dalam format *DPMO*. Besarnya *defect per million opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

Keterangan: DPO : *Defect per opportunity*

8. *Sigma Level*

Setelah menghitung *DPMO* maka dapat dihitung pula tingkat *sigma* dengan

mengkonversi nilai *DPMO* dengan menggunakan tabel konversi tabel *six sigma*. Berikut ini merupakan tabel hubungan tingkat *sigma* dan *DPMO* yang dapat dilihat dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Hubungan *Sigma* dan *DPMO*

<i>Sigma</i>	<i>Parts per Million</i>
6 <i>Sigma</i>	3,4 defects per million
5 <i>Sigma</i>	233 defects per million
4 <i>Sigma</i>	6.210 defects per million
3 <i>Sigma</i>	66.807 defects per million
2 <i>Sigma</i>	308.537 defects per million
1 <i>Sigma</i>	690.000 defects per million

(Sumber: Pande dkk, 2002)

Beberapa metode yang dapat membantu proses pengukuran ini antara lain metode *check sheet* dan metode *sampling*. (Syukron dan Kholin, 2013)

1. *Check Sheet*

Check Sheet merupakan dokumen sederhana yang digunakan untuk mengumpulkan data secara *real-time* (nyata) di lokasi data tersebut berada. Dokumen ini didesain supaya dapat mengumpulkan informasi yang diinginkan secara mudah, baik kualitatif dan kuantitatif. Tujuan pembuatan lembar pengecekan adalah menjamin bahwa data dikumpulkan secara teliti dan akurat untuk diadakan pengendalian proses dan penyelesaian masalah. *Check Sheet* mempunyai dua tujuan utama:

- a. Untuk membuat pengumpulan data menjadi mudah.
- b. Untuk penyusunan dan pengolahan data selanjutnya, sehingga dapat dipakai dengan mudah.

Check sheet seringkali digunakan untuk mengetahui ketidaksesuaian, baik dari jumlah, lokasi, ataupun penyebabnya (Eddy, 2008). *Check sheet* sebaiknya dapat memuat kapan pengecekan dilakukan, dimana, oleh siapa, dan terhadap produk/proses/bagian yang mana. Berikut contoh lembar *check sheet* dapat dilihat pada Gambar 2.10.

CHECKSHEET		
<i>Product</i>	: Sepeda (S-32)	<i>Date</i> : 22 April 2005
<i>Stage</i>	: Inspeksi akhir	<i>Process</i> : Pengecatan
<i>Total inspected</i>	: 1953	<i>Inspector</i> : Jane
<i>Nonconformance type</i>	<i>Check</i>	<i>Sub-total</i>
Blister	☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒	42
Light spray	☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒	23
Drips	☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒	15
Over spray	☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒	21
Splatter	☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒	7
Runs	☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒	19
Others	☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒ ☒	12
	<i>Total</i>	139

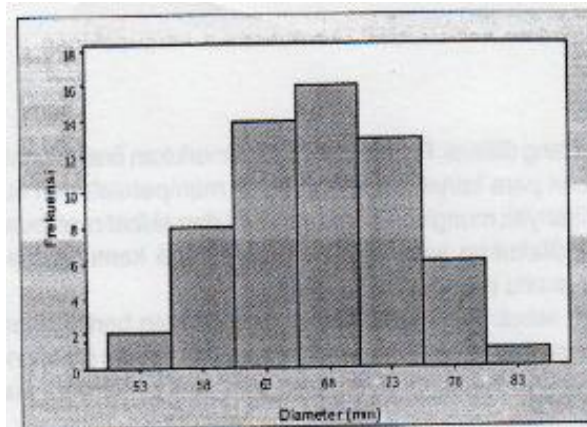
Gambar 2.10. Lembar *Check Sheet*

(Sumber: Eddy, 2008)

2. Histogram

Histogram adalah gambaran grafis tentang nilai rata-rata dan penyebarannya dari sekumpulan data suatu variabel. Karena histogram merupakan grafik berbentuk kolom, histogram disebut juga sebagai diagram kolom. Setiap kolom mewakili suatu kelas, sedangkan ketebalan kolom menunjukkan interval kelas. Nilai numerik dipinggir kolom adalah batas kelas, sementara nilai tengah kelas merupakan rata-rata dari nilai di kelas tersebut (Eddy, 2008).

Berikut contoh diagram histogram dapat dilihat pada Gambar 2.11



Gambar 2.11 Diagram Histogram

(Sumber: Eddy, 2008)

3. Metode *Sampling*

Pada *Six Sigma*, *Sampling* dapat digunakan untuk mengukur populasi dan parameter proses (misalnya rata-rata, variasi, dan perbandingan) secara efisien dan ekonomis. Salah satu keuntungan menggunakan teknik *sampling* adalah kita bisa menentukan tingkat akurasi dan ketepatan uji statistik (Syukron dan Kholil, 2013).

a. Jenis Data

Data diklasifikasikan menjadi dua kategori umum, yaitu data atribut dan data variabel. Ketika menggunakan data atribut, fokusnya adalah untuk mempelajari satu atau lebih ciri-ciri non-numerik dari populasi yang menjadi sampel. Contoh kategori atribut adalah merah atau hijau, rusak atau tidak rusak dan sebagainya. Dengan menggunakan data variabel, perhitungan numerik diperoleh dari satu atau lebih dari ciri-ciri dari populasi yang menjadi sampel. Contohnya adalah diameter, panjang, jumlah hari dan sebagainya (Syukron dan Kholil, 2013).

b. Jumlah Sampel

Pada saat bekerja menggunakan data atribut, kunci utama ukuran sampel adalah ketepatan sampel (perbandingan populasi yang digunakan dalam perhitungan besar sampel yang mengacu pada formula untuk memperkirakan besar sampel dengan data atribut).

Pada saat menggunakan data variabel, ketepatan sampel dan varian populasi berpengaruh paling besar dalam besarnya sampel. Populasi yang mempunyai nilai varian tinggi memerlukan ukuran sampel yang lebih besar daripada populasi yang memiliki varian rendah untuk ketepatan sampel yang digunakan. Pada kedua kategori data, atribut dan variabel, semakin besar juga ukuran sampel yang dibutuhkan (Syukron dan Kholil, 2013).

c. Teknik Pengambilan Sampel

Arikunto (1996:107) mengemukakan bahwa apabila subjek kurang dari 100, maka lebih baik diambil semua, sehingga penelitiannya merupakan penelitian populasi. Selanjutnya jika subjeknya besar, dapat diambil antara 10%-15% atau 20%-25% atau lebih.

Pengertian umum dari kontrol CTQ adalah pemilihan faktor yang terpenting bagi konsumen. Dalam melaksanakan pengukuran karakteristik kualitas, pada dasarnya kita harus memperhatikan aspek *internal* dan aspek *eksternal* dari organisasi itu. Dalam organisasi bisnis, aspek *internal* dapat berupa tingkat kecacatan produk, biaya-biaya karena kualitas yang jelek (*Cost of Poor Quality* (COPQ)) seperti pengerjaan ulang, cacat, dan lain-lain, sedangkan aspek *eksternal* dapat berupa kepuasan pelanggan, pangsa pasar (*market share*) dan lain-lain.

2.6.4 Perhitungan Biaya Akibat Kualitas Yang Buruk (*Cost of Poor Quality*)

Pada dasarnya biaya kualitas dapat dikategorikan ke dalam empat jenis, Gaspersz (2002) yaitu:

1. Biaya Kegagalan *Internal*, yaitu biaya-biaya yang berhubungan dengan kesalahan yang ditemukan sebelum menyerahkan produk itu ke pelanggan. Biaya-biaya ini tidak akan muncul apabila tidak ditemukan kesalahan dalam produk sebelum pengiriman. Contoh dari biaya kegagalan *internal* adalah:
 - a. *Scrap*: biaya yang dikeluarkan untuk tenaga kerja dan *material* pada produk cacat yang secara ekonomis tidak dapat diperbaiki kembali.

Terdapat banyak ragam nama dari jenis ini, yaitu: *scrap*, cacat, pemborosan, usang, dll.

- b. Pekerjaan ulang (*Rework*): biaya yang dikeluarkan untuk memperbaiki kesalahan (mengerjakan ulang) produk agar memenuhi spesifikasi yang ditentukan.
 - c. Inspeksi ulang dan pengujian ulang: biaya-biaya yang dikeluarkan untuk inspeksi ulang dan pengujian ulang produk yang telah mengalami pengerjaan ulang atau perbaikan kembali.
 - d. *Avoidable Process Losses*: biaya-biaya kehilangan yang terjadi, meskipun produk itu tidak cacat, sebagai contoh: kelebihan bobot produk yang diserahkan ke pelanggan karena variabilitas dalam peralatan pengukuran, dan lain-lain.
2. Biaya Kegagalan *Eksternal*, yaitu biaya-biaya yang berhubungan dengan kesalahan yang ditemukan setelah produk itu diserahkan ke pelanggan. Biaya-biaya ini tidak akan muncul apabila tidak ditemukan kesalahan dalam produk setelah pengiriman. Contoh dari biaya kegagalan *eksternal* adalah:
- a. Jaminan (*Warranty*): biaya yang dikeluarkan untuk penggantian atau perbaikan kembali produk yang masih berada dalam masa jaminan.
 - b. Produk dikembalikan (*Returned Product*): biaya-biaya yang berkaitan dengan penerimaan dan penempatan produk cacat yang dikembalikan oleh pelanggan.
3. Biaya Penilaian (*Appraisal Costs*), merupakan biaya-biaya yang berhubungan dengan penentuan derajat konformansi terhadap persyaratan kualitas. Contoh biaya penilaian adalah:
- a. Inspeksi dan pengujian kedatangan *material*: biaya-biaya yang berkaitan dengan penentuan kualitas dari *material* yang dibeli, apakah melalui inspeksi pada saat penerimaan, melalui inspeksi yang dilakukan pada pemasok, atau melalui inspeksi yang dilakukan pihak ketiga.
 - b. Inspeksi dan pengujian produk dalam proses: biaya-biaya yang berkaitan dengan evaluasi tentang konformansi produk dalam proses terhadap persyaratan kualitas (spesifikasi) yang ditetapkan.

- c. Inspeksi dan pengujian produk akhir: biaya-biaya yang berkaitan dengan evaluasi tentang konformasi produk akhir terhadap persyaratan kualitas (spesifikasi) yang ditetapkan.
 - d. Evaluasi stok: biaya-biaya yang berkaitan dengan pengujian produk dalam penyimpanan untuk menilai degradasi kualitas.
4. Biaya Pencegahan (*Prevention Cost*), merupakan biaya-biaya yang berhubungan dengan upaya pencegahan terjadi kegagalan *internal* maupun *eksternal*, sehingga meminimumkan biaya kegagalan *internal* dan biaya kegagalan *eksternal*. Contoh dari biaya pencegahan adalah:
- a. Tinjauan ulang produk baru: biaya-biaya yang berkaitan dengan rekayasa keandalan dan aktivitas-aktivitas lain yang terkait dengan kualitas yang berhubungan dengan pemberitahuan desain baru.
 - b. Pengendalian proses: biaya-biaya inspeksi dan pengujian dalam proses untuk menentukan status dari proses (kapabilitas proses), bukan status dari produk.
 - c. Audit Kualitas: biaya-biaya yang berkaitan dengan evaluasi atas pelaksanaan aktivitas dalam rencana kualitas secara keseluruhan.
 - d. Evaluasi kualitas pemasok: biaya-biaya yang berkaitan dengan evaluasi terhadap pemasok sebelum pemilihan pemasok, audit terhadap aktivitas-aktivitas selama kontrak, dan usaha-usaha lain yang berkaitan dengan pemasok.
 - e. Pelatihan: biaya-biaya yang berkaitan dengan penyiapan dan pelaksanaan program-program pelatihan yang berkaitan dengan kualitas.

Proyek-proyek *Six Sigma* dapat berhasil dengan baik, apabila manfaat dari Proyek-proyek *Six Sigma* berupa penurunan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO) dan peningkatan kualitas *Six Sigma* harus dapat pula dikonversikan kedalam penurunan biaya kegagalan dalam nilai uang. Peningkatan kualitas *Six Sigma* adalah pengukuran persentase antara COPQ terhadap penjualan (Gasperz, 2002).

Pada dasarnya kegagalan proses (COPQ) merupakan pemborosan, oleh karena itu perusahaan kelas dunia menggunakan program *Six Sigma* sebagai salah satu metode peningkatan kualitas dengan menggunakan indikator pengukuran biaya kualitas sebagai tolak ukur kinerja efisiensi dari program *Six Sigma* itu sendiri. Beberapa alasan menggunakan program *Six Sigma* (Gasperz, 2002) yaitu:

1. Mengkuantifikasikan ukuran dari masalah kualitas ke dalam bahasa “uang”, guna meningkatkan komunikasi diantara manajemen puncak dengan bawahannya.
2. Kesempatan utama untuk melakukan reduksi biaya dapat diidentifikasi.
3. Dapat mengidentifikasi ketidakpuasan pelanggan yang berkaitan dengan produk yang dipasarkan.
4. Mengurangi variasi dari proses.
5. Mengurangi jumlah produk yang cacat.

Langkah-langkah penggunaan biaya kualitas dalam program *Six Sigma* (Gasperz, 2002), yaitu:

1. Menetapkan sistem pengukuran biaya kualitas.
2. Mengembangkan analisis kecenderungan penurunan biaya kualitas terhadap ukuran lain.
3. Menetapkan sasaran peningkatan tahunan berdasarkan pertimbangan manfaat penurunan biaya kegagalan kualitas.
4. Mengembangkan analisis kecenderungan jangka pendek dengan menentukan target-target kinerja individual.
5. Memantau kemajuan dalam peningkatan efisiensi dan efektivitas proses menuju target kinerja *Six Sigma*.

Beberapa perusahaan kelas dunia menggunakan ukuran biaya kualitas sebagai indikator keberhasilan program peningkatan kualitas *Six Sigma* terus-menerus, yang dapat dihubungkan dengan ukuran-ukuran lain (Gasperz, 2002), seperti:

- a. Biaya kualitas dibandingkan terhadap nilai penjualan (persentase biaya kualitas total terhadap nilai penjualan), semakin rendah nilai ini menunjukkan program peningkatan kualitas *Six Sigma* semakin efektif dan efisien.
- b. Biaya kualitas dibandingkan terhadap keuntungan (persentase biaya kualitas total terhadap nilai keuntungan), semakin rendah nilai ini menunjukkan program peningkatan kualitas *Six Sigma* semakin efektif dan efisien.
- c. Biaya kualitas dibandingkan terhadap harga pokok penjualan (*cost of goods sold*), diukur berdasarkan persentase biaya kualitas total terhadap nilai harga pokok penjualan, dimana semakin rendah nilai ini menunjukkan program peningkatan kualitas *Six Sigma* semakin efektif dan efisien.

Berikut Tabel 2.4. Manfaat dari Pencapaian Beberapa Tingkat *Sigma*.

Tabel 2.4. Manfaat dari Pencapaian Beberapa Tingkat *Sigma*

COPQ (<i>Cost of Poor Quality</i>)		
Tingkat Pencapaian <i>Sigma</i>	DPMO	COPQ
1- <i>Sigma</i>	691.462 (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2- <i>Sigma</i>	308.538	Tidak dapat dihitung
3- <i>Sigma</i>	66.807	25-40% dari penjualan
4- <i>Sigma</i>	6.210	15-25% dari penjualan
5- <i>Sigma</i>	233	5-15% dari penjualan
6- <i>Sigma</i>	3,4 (industri kelas dunia)	< 1% dari penjualan

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

(Sumber: Gaspersz, 2002)

Berikut Tabel 2.5. Contoh Perhitungan Biaya Kualitas yang Rendah (COPQ)

Tabel 2.5. Contoh Perhitungan Biaya Kualitas yang Rendah (COPQ)

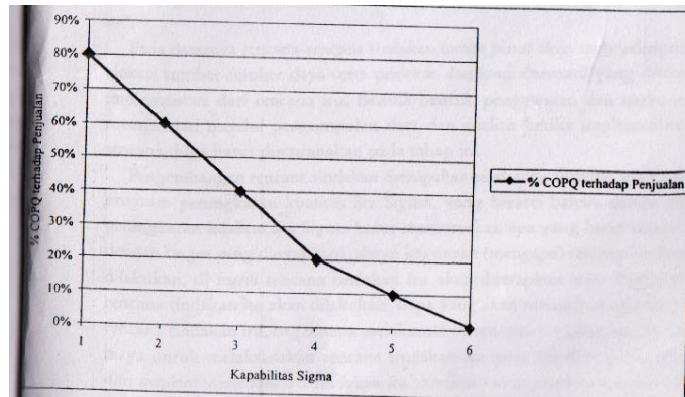
Kategori Biaya Kualitas	Biaya (US\$) Maret 1991
→ Pencegahan:	
• Rekayasa Kualitas	3.000
• Pengujian Praproduksi	2.800
• Pelatihan	1.050

• Manajemen Kualitas	4.000
Biaya Total Pencegahan:	10.850
→Penilaian:	
• Inspeksi Penerimaan <i>Material</i>	3.000
• Inspeksi Mesin-mesin Produksi	6.250
• Inspeksi “ <i>Assembly Line</i> ”	2.500
• Inspeksi “ <i>Supplier</i> ”	1.500
• Inspeksi dan Pengendalian Peralatan	2.000
Biaya Total Penilaian:	15.250
→Kegagalan <i>Internal</i> dan <i>Eksternal</i>	
• Kebijakan Penggantian dan jaminan	950
• <i>Scrap</i>	1.275
• Pekerjaan Ulang (<i>Rework</i>)	1.600
• Inspeksi Ulang <i>Parts</i> yang dikerjakan Ulang	1.200
Biaya Total Kegagalan (COPQ):	31.125
→Penjualan Total:	1.604.420
➤ Persentase Biaya Kualitas Total terhadap Penjualan:	$31.125/1.604.420 \times 100\% =$
➤ Persentase Biaya Kegagalan Total (COPQ) terhadap Penjualan:	$1,94\%$
	$5.025/1.604.420 \times 100\% =$
	$0,31\%$
Keterangan: 0,31% merupakan prestasi yang dicapai oleh perusahaan-perusahaan yang beroperasi pada tingkat Kapabilitas <i>Sigma = 6-Sigma</i> .	

(Sumber: Gaspersz, 2002)

Adapun Gambar 2.12. hubungan antara tingkat kapabilitas *sigma* dan persentase biaya kegagalan total (COPQ) terhadap nilai penjualan ditunjukkan pada gambar 2.12.

Gambar 2.12. Hubungan antara Tingkat Kapabilitas *Sigma* dan Persentase Biaya Kegagalan Total (COPQ) terhadap Nilai Penjualan



Gambar 2.12. Hubungan antara Tingkat Kapabilitas *Sigma* dan Persentase Biaya Kegagalan Total (COPQ) terhadap nilai Penjualan
(Sumber: Gaspersz, 2002)

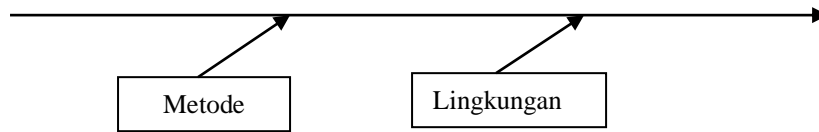
2.7. Tahap *Analyze*

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Sig Sigma*. Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari cacat atau kegagalan kemudian melakukan serangkaian pengujian.

2.7.1 Diagram *Fishbone*

Diagram ini diperkenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa pada tahun 1951 sehingga diagram ini biasa disebut Diagram Ishikawa. Diagram ini digunakan untuk mencari sebab-sebab dari suatu penyimpangan yang terjadi. Penyusunan diagram ini dilakukan dengan sumbang saran, dengan diagram ini dapat diketahui hubungan antara berbagai faktor yang mungkin terjadi sebab suatu penyimpangan atau sebuah akibat. Faktor tersebut ialah manusia, mesin, bahan baku, metode dan lingkungan (Wignjosoebroto, 2006). Berikut adalah contoh gambar diagram sebab akibat yang telah dijelaskan sebelumnya yang dapat dilihat pada Gambar 2.13.





Gambar 2.13. Contoh Diagram *Fishbone*

(Sumber: Evans dan Lindsay, 2007)

Pada akhir garis *horizontal*, sebuah permasalahan dituliskan. Setiap cabang yang menunjukkan keranting utama mewakili suatu kemungkinan penyebab. Cabang-cabang yang menunjuk ke sebab-sebab merupakan kontributor dari sebab tersebut. Diagram ini mengidentifikasi penyebab yang mungkin dari suatu masalah sehingga pengumpulan data dan analisis lebih lanjut dapat dilaksanakan (Evans dan Lindsay, 2007).

Diagram sebab-akibat ini sangat bermanfaat untuk mencari faktor-faktor penyebab sedetail-detailnya dan mencari hubungannya dengan penyimpangan kualitas kerja yang ditimbulkannya. Untuk ini, langkah-langkah dasar yang harus dilakukan di dalam membuat diagram sebab-akibat dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Tetapkan karakteristik kualitas yang akan dianalisis. Karakteristik kualitas adalah kondisi yang ingin diperbaiki dan dikendalikan. Usahakan adanya tolok ukur yang jelas dari permasalahan tersebut sehingga perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilakukan.
2. Tulis faktor-faktor penyebab utama (*main cause*) yang diperkirakan merupakan sumber terjadinya penyimpangan atau yang mempunyai akibat pada permasalahan yang ada tersebut.
3. Cari lebih lanjut faktor-faktor yang lebih terperinci yang secara nyata berpengaruh atau mempunyai akibat pada faktor-faktor penyebab utama tersebut. Untuk mencari detail faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan *output* maka metode *brainstorming* akan merupakan satu cara yang efektif digunakan. Pertanyaan “mengapa” secara berantai akan membantu mencari penyelesaian masalah secara tuntas.
4. Periksa apakah semua item yang berkaitan dengan karakteristik kualitas

output benar-benar sudah dicantumkan dalam diagram.

5. Carilah faktor-faktor penyebab yang paling dominan. Dari diagram yang sudah lengkap, dibuat pada langkah 3 dicari faktor-faktor penyebab yang dominan secara berurutan dengan menggunakan diagram Pareto.

Diagram sebab-akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih rinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang ada. Diagram ini dapat digunakan dalam situasi dimana: (Gaspersz, 1998)

1. Terdapat pertemuan diskusi menggunakan *brainstorming* untuk mengidentifikasi mengapa suatu masalah terjadi.
2. Diperlukan analisis lebih rinci terhadap suatu masalah.
3. Terdapat kesulitan untuk memisahkan penyebab dari akibat.

2.8. Tahap *Improve*

Tahap berikutnya adalah *improve*. Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penerapan rencana tindakan untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada dasarnya rencana-rencana tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas dan/ atau alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu. (Gaspersz, 2002).

Menurut Gaspersz (2002), pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas. Harus diputuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang harus ditetapkan), alasan kegunaan (mengapa) rencana tindakan itu harus dilakukan, dimana rencana itu ditetapkan atau dilakukan, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu. Analisis menggunakan metode 5W+1H dapat digunakan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini. 5W+1H adalah *what, why, where, when, who* dan *how*. Penggunaan metode 5W+1H dijelaskan dalam Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Penggunaan Metode 5W+1H untuk Pengembangan Rencana Perbaikan

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

(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.9. Tahap Control

Control (kendali) merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan. Praktik-praktik terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandarisasikan dan disebarluaskan. Prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar. Langkah-langkah yang ditempuh dalam tahap *control* yaitu melakukan perhitungan ulang seperti dalam

tahap *measure* yaitu dengan pembuatan peta kendali np setelah perbaikan dan penetapan nilai DPMO, level *Sigma* dan COPQ setelah perbaikan.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan langkah-langkah pada suatu penelitian yang harus direncanakan terlebih dahulu sebelum melakukan penelitian terhadap pokok-pokok permasalahan yang dihadapi perusahaan. Hal ini dilakukan agar pengumpulan dan pengolahan data tidak menyimpang dari tujuan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Adapun langkah-langkah yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1 Studi Lapangan

Untuk dapat menentukan objek penelitian dan menemukan kerangka pemecahan masalah yang ada, dilakukan studi lapangan. Studi lapangan dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi, pemahaman, dan pengenalan tentang permasalahan yang menjadi pokok pembahasan. Informasi-informasi didapatkan melalui penelitian kepustakaan dan penelitian lapangan (observasi), serta diskusi dengan pekerja setempat. Data-data yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang bersifat atribut. Data ini diperoleh dari perusahaan dengan cara melakukan pengamatan visual terhadap produk komponen *body* kran S11308N oleh pekerja. Pengamatan dilakukan dengan cara memeriksa produk *body* kran S11308N untuk menemukan banyaknya kecacatan pada produk *body* kran S11308N yang tidak sesuai dengan spesifikasi.

3.2 Studi Pustaka

Tahapan selanjutnya setelah melakukan studi lapangan adalah melakukan studi pustaka untuk menunjang penelitian. Studi pustaka sebuah kegiatan mencari referensi dengan tujuan untuk memberi wawasan dan gambaran serta konsep-konsep yang akan digunakan dalam pengolahan data untuk memecahkan permasalahan yang ada. Hal ini dilakukan dengan cara mencari sumber-sumber yang relevan dengan tujuan penelitian seperti literatur-literatur, buku kuliah,

handbook dan jurnal yang memiliki informasi yang berkaitan dengan metode *DMAIC*.

3.3 Rumusan Masalah

Perumusan masalah yang dibahas dalam penelitian ini berdasarkan permasalahan aktual yang dihadapi perusahaan. Tujuan melakukan perumusan masalah untuk memudahkan dalam penetapan tujuan penelitian yang terarah. Fokus perumusan masalah pada laporan ini, yaitu :

1. Bagaimana mengidentifikasi jenis dan faktor penyebab cacat yang dominan pada proses pembuatan *body* kran S11308N ?
2. Bagaimana mengidentifikasi tindakan perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi penyebab cacat yang dominan pada proses pembuatan *body* kran S11308N ?
3. Bagaimana mengidentifikasi nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*), level *sigma* dan COPQ (*Cost of Poor Quality*) atau biaya kegagalan akibat kualitas yang rendah pada *body* kran S11308N ?

3.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian secara garis besarnya, adalah perbaikan kualitas proses *casting* produk komponen *body* kran S11308N dengan metode *DMAIC* melalui tahapan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi jenis dan faktor penyebab cacat yang dominan pada proses pembuatan *body* kran S11308N.
2. Menentukan tindakan perbaikan untuk menurunkan jumlah cacat pada proses pembuatan *body* kran S11308N.
3. Mengidentifikasi nilai DPMO (*Defect Per Million Opportunities*), level *sigma* dan COPQ (*Cost of Poor Quality*) atau biaya kegagalan akibat kualitas yang rendah pada *body* kran S11308N sebelum dan sesudah perbaikan.

3.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan informasi dan data yang dibutuhkan, yaitu data yang diperoleh dari PT Surya Toto Indonesia, Tbk. Observasi dan diskusi dengan pihak pekerja setempat dilakukan untuk mengetahui aliran proses serta kondisi pada seksi *casting*.

3.5.1 Jenis Data

Ada dua jenis data yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Data primer adalah data utama yang diperlukan dalam melakukan penelitian. Data ini dikumpulkan secara langsung dari lapangan, yang diperoleh dengan cara melakukan pengamatan dan diskusi dengan pekerja setempat. Pada penelitian ini data primer yang digunakan adalah data identifikasi penyebab cacat produk *body* kran S11308N yang diperoleh dari hasil diskusi dengan pekerja.
2. Data sekunder adalah data yang berhubungan langsung dengan objek penelitian dan ikut mendukung kelancaran produksi:
 - 1) Sejarah umum perusahaan.
 - 2) Ketenagakerjaan.
 - 3) Struktur organisasi.
 - 4) Proses produksi produk *body* kran S11308N pada seksi *casting*.
 - 5) Data produk cacat dalam proses produksi selama bulan Januari-Februari 2016.

3.5.2 Metode Pengumpulan Data

Dalam melakukan pengumpulan data, terdapat dua metode yang digunakan yaitu:

1. *Field Research* (Penelitian Lapangan)

Penelitian lapangan merupakan pengamatan langsung terhadap kualitas produk yang dihasilkan dari proses produksi khususnya pada komponen *body* kran S11308N pada seksi *casting*. Data yang dimaksud adalah data sampel dan jumlah cacat *body* kran.

2. *Library Research* (Penelitian Pustaka)

Penelitian dilakukan dengan cara melakukan pembelajaran terlebih dahulu mengenai teori-teori melalui buku teks, literatur yang diperoleh ketika kuliah dan beberapa sumber lainnya yang relevan dan mendukung penelitian ini seperti *hand book* dan jurnal.

3.6 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Dalam penelitian ini metode yang diterapkan adalah tahapan DMAIC (*define, measure, analyze, improve* dan *control*) dan COPQ (*Cost of Poor Quality*). Dalam pengumpulan dan pengolahan data terdapat dua tahapan yang digunakan dari siklus DMAIC, yaitu tahap *define* dan tahap *measure*, penjelasan tahap *define* dan tahap *measure* adalah sebagai berikut:

1. *Define*

Tahap *define* menjelaskan alasan pemilihan proyek penelitian yang dilakukan di seksi *casting*, pemilihan komponen *body* kran S11308N sebagai objek penelitian, dan pemilihan jenis cacat tertinggi pada seksi *casting* pada komponen *body* kran S11308N. Pemilihan komponen *body* kran S11308N sebagai objek penelitian didasari oleh data cacat *body* kran dari bulan Januari-Februari 2016. Pada data cacat *body* kran terlihat bahwa komponen *body* kran S11308N memiliki tingkat cacat tertinggi dari komponen *body* kran lainnya.

2. *Measure*

Tahap *measure* melakukan penentuan *Critical To Quality* (CTQ) dengan disertai penjelasan jenis cacat yang terjadi di seksi *casting* dilanjutkan dengan perhitungan fraksi cacat untuk melihat sejauh mana proses telah terkendali. Setelah proses dikatakan stabil atau terkendali, yang dilanjutkan dengan perhitungan nilai DPMO dan COPQ. Perhitungan DPMO dan level *Sigma* dilakukan untuk melihat pencapaian level *Sigma* sebelum dilakukan perbaikan pada seksi *casting*.

3.7 Analisis Masalah

Analisis masalah dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data yang sudah dilakukan untuk memberikan gambaran yang jelas terhadap penyebab terjadinya kecacatan dan akibat yang ditimbulkannya. Setelah melakukan analisis terhadap masalah yang ada, maka dilakukan pencarian solusi yang tepat untuk langkah perbaikan pada pembahasan masalah, yaitu dengan langkah-langkah:

1. *Analyze*

Tahapan analisis melakukan penyusunan temuan jenis cacat yang terjadi untuk komponen *body* kran S11308N dan persentase jenis cacat yang tertinggillah yang dilakukan analisis untuk mengidentifikasi faktor penyebab cacat pada komponen *body* kran S11308N. Alat analisis yang digunakan untuk mengetahui faktor penyebab cacat komponen *body* kran S11308N adalah diagram sebab akibat, pembuatan diagram sebab akibat dilakukan dengan cara diskusi bersama kepala pengawas lapangan serta pekerja diseksi *casting*.

2. *Improve*

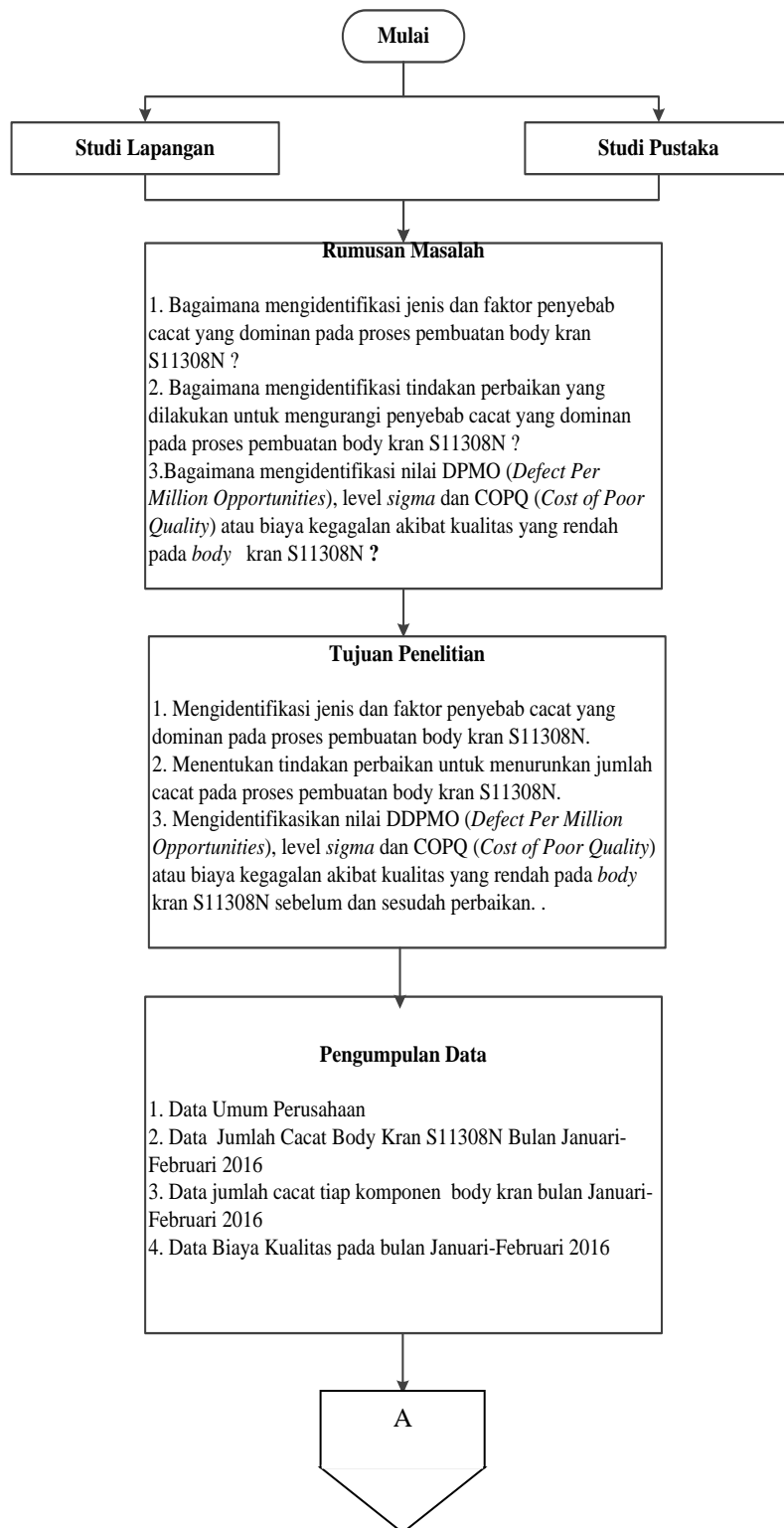
Tahap *improve* memberikan usulan perbaikan berdasarkan hasil analisis faktor penyebab kecacatan yang terjadi dari masing-masing jenis cacat, usulan yang diberikan mengenai cara kerja dan bagaimana proses-proses yang harusnya dilakukan agar mengurangi kecacatan selama proses pembuatan komponen *body* kran S11308N. Usulan perbaikan didapat dengan metode 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who, How*) dan usulan yang dihasilkan berdasarkan hasil diskusi dengan kepala pengawas lapangan dan pekerja setempat.

3. *Control*

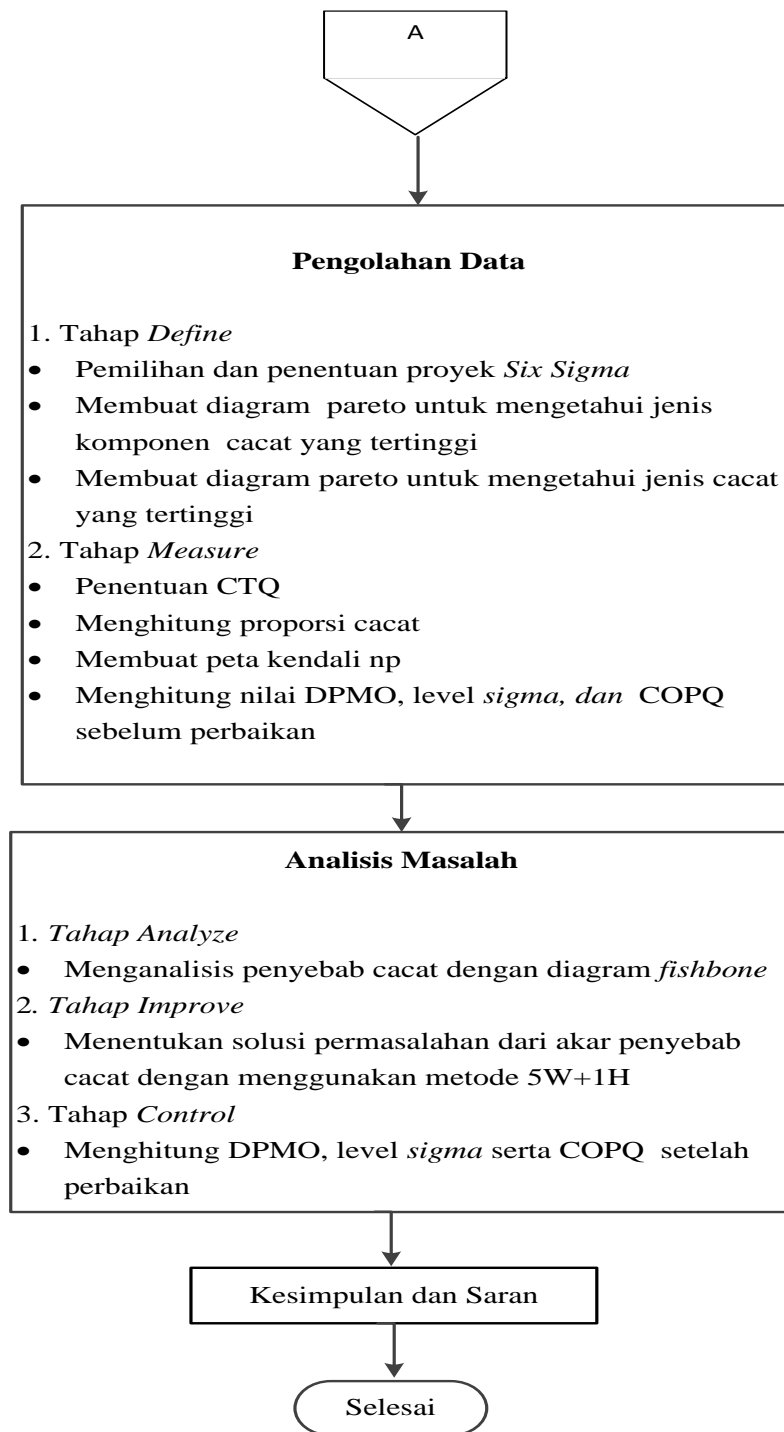
Tahap *control* menghitung kinerja seksi *casting* dengan membuat peta kendali np, menghitung nilai DPMO, level *sigma* dan COPQ. Setelah perhitungan dilakukan dilanjutkan dengan membandingkan nilai sebelum implementasi dan sesudah implementasi, apakah terjadi pengaruh terhadap usulan perbaikan yang diterapkan.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan menjawab semua tujuan penelitian berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis dengan metode DMAIC, selanjutnya disajikan beberapa saran yang diharapkan berguna untuk penelitian selanjutnya. Kerangka pemecahan masalah yang dilakukan untuk melakukan pemecahan masalah yang terjadi dalam penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Kerangka Pemecahan Masalah



Gambar 3.1. Kerangka Pemecahan Masalah (Lanjutan)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Sejarah Umum Perusahaan

C.V. Surya adalah suatu usaha perdagangan bahan bangunan yang merupakan titik awal dari perusahaan PT SURYA TOTO INDONESIA. Pada tahun 1968 untuk mencapai kedudukan terbaik di industri saniter, maka perusahaan mengawali langkahnya sebagai agen dari TOTO *LIMITED* Jepang yang merupakan perusahaan *sanitary wares* dan *plumbing* terbesar di dunia.

Dengan pertimbangan banyaknya sumber daya yang tersedia di Indonesia dan melihat adanya kesempatan yang menguntungkan di masa depan pada bidang usaha ini, maka pada tahun 1977 didirikan sebuah perusahaan yang diberi nama PT SURYA TOTO INDONESIA dan berkantor pusat di jalan Tomang Raya No.18. Perusahaan ini adalah bentuk kerjasama antara C.V. SURYA dengan TOTO *LIMITED*.

Sebagai wujud kerjasama tersebut dibangun sebuah pabrik pertama yang berlokasi di Jl. M.H. Thamrin Km.7 Serpong, Tangerang. Pada tahun 1978 pabrik ini sudah mulai beroperasi dengan jumlah karyawan sebanyak 65 orang. Sesuai perkembangannya yang cukup signifikan dengan di tandai semakin meningkatnya produk yang dihasilkan, jenis produk yang beraneka ragam disertai perekrutan karyawan yang hampir setiap tahun sehingga sekitar tahun 1980 produk yang dihasilkan sudah mendapat pengakuan internasional dan perusahaan dapat mengeksport produknya ke beberapa Negara Asia, Eropa, dan Amerika. Namun, dari semua hal tersebut di atas yang terpenting adalah pembangunan pabrik yang berkesinambungan.

Pada tahun 1985, pabrik perlengkapan saniter (*plumbing fitting*) dibangun pada lokasi yang sama. Dengan demikian PT SURYA TOTO INDONESIA memiliki dua divisi produksi, yaitu divisi saniter dan divisi *fitting*. Pada tahun 1989, divisi saniter menambah pabrik baru yang berada pada lokasi berbeda, yaitu di Desa Bojong, Cikupa, Kabupaten Tangerang.

Setahun kemudian, PT SURYA TOTO INDONESIA melepas sahamnya ke Bursa Efek Jakarta, sehingga namanya menjadi PT SURYA TOTO INDONESIA, Tbk saat ini karyawan yang bekerja pada PT SURYA TOTO INDONESIA, Tbk mencapai ribuan.

Guna kelancaran dalam menghadapi persaingan global dan mempermudah dalam ekspor produknya PT SURYA TOTO INDONESIA, Tbk sudah mendapatkan sertifikat ISO 9001 versi 1994 yang kemudian diperbarui ke ISO 9002 versi 2002 dan saat ini telah dilengkapi ISO 14001 mengenai lingkungan. Selain itu PT SURYA TOTO INDONESIA, Tbk juga memiliki sertifikat *Japan Industrial Standard (JIS)* atau Standar *Industry* Jepang.

Saat ini PT SURYA TOTO INDONESIA, Tbk mengoperasikan tiga buah pabrik, yaitu sebuah pabrik saniter di jalan Raya Tiga Raksa No. 1 Km. 21, Desa Bojong, Kecamatan Cikupa, Kabupaten Tangerang seluas 273.560 m², sebuah pabrik *fitting* di jalan M.H. Thamrin Km. 7 Serpong, Tangerang seluas 58.256 m², dan sebuah pabrik *kitchen and vanity* di jalan Raya Pasar Kemis Km. 7 Kampung Cilongok, Desa Sukamatri, Kecamatan Pasar Kemis, Tangerang seluas 40.000 m² dengan jumlah karyawan tetap lebih dari 2300 orang.

4.1.2 Tujuan Perusahaan

PT Surya Toto Indonesia, Tbk mempunyai tujuan usaha di dalam menjalani semua kegiatannya, tujuan ini tercantum dalam visi misi perusahaan. Adapun visi, misi serta kebijakan perusahaan adalah sebagai berikut:

4.1.2.1 Visi

Visi perusahaan PT Surya Toto Indonesia, Tbk adalah:
“Menjadi perusahaan terkemuka yang dapat memberikan kontribusi terhadap masyarakat”.

Dengan cara:

1. Mengembangkan produk yang tak tertandingi oleh pesaing.
2. Efisiensi operasi, penghematan di segala bidang dan peningkatan pendapatan perusahaan.

3. Mendidik manusia PT Surya Toto Indonesia yang terampil dan dinamis.

4.1.2.2 Misi

Misi perusahaan PT Surya Toto Indonesia adalah:

1. Mempersiapkan produk yang bermanfaat dan berkualitas tinggi.
2. Memberikan pelayanan prima untuk memenuhi kepuasan pelanggan.
3. Mencintai pekerjaan dengan sepenuh hati.
4. Menghargai individu dan membina kerja sama.
5. Melindungi kepentingan dunia dengan penghematan penggunaan sumber daya alam dan energi.

4.1.3 Profil Perusahaan

PT Surya Toto Indonesia, Tbk beralamat di Jl. M.H. Thamrin Km.7 Serpong, Tangerang memiliki jumlah pekerja 3320 orang dengan luas keseluruhan pabrik 273.560 m². Berikut adalah foto tampak depan PT Surya Toto Indonesia, Tbk yang bisa dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Tampak Depan PT Surya Toto Indonesia, Tbk

Sumber: PT Surya Toto Indonesia, Tbk (2016)

4.1.4 Lokasi dan Kondisi Lingkungan Kerja Perusahaan

PT Surya Toto Indonesia, Tbk memiliki tiga pabrik untuk memenuhi kebutuhan permintaan konsumen yang dibagi berdasarkan jenis produk. Adapun ketiga pabrik dan kantor pusat PT SURYA TOTO INDONESIA berlokasi di

tempat sebagai berikut:

a. Kantor Pusat

Jalan Tomang Raya No. 16-18, Jakarta 11430 Indonesia.

b. Pabrik *Fitting*

Jalan M.H Thamrin Km. 7 Serpong, Tangerang.

c. Pabrik *Saniter*

Jalan Raya Tiga Raksa No.1 Km. 21, Desa Bojong, Kecamatan Cikupa, Tangerang.

d. Pabrik *Kitchen and Vanity*

Jalan Raya Pasar Kemis Km.7 Kampung Cilongok, Desa Sukamatri, Kecamatan Pasar Kemis, Tangerang.

Adapun denah lokasi pabrik Divisi *Fitting* Serpong adalah sebagai berikut:



Sumber: PT Surya Toto Indonesia, Tbk (2016)

Pabrik *fitting* PT Surya Toto Indonesia unit Serpong terletak di Desa Pakulonan Kecamatan Serpong, Tangerang, Banten, dengan luas areal pabrik kurang lebih 6 Ha pabrik ini dibatasi oleh:

- Sebelah Utara dan Selatan : Rumah Penduduk
- Sebelah Barat : Sungai Cisadane
- Sebelah Timur : Jalan Raya Serpong

Pengaturan tata letak, terutama penempatan mesin-mesin produksi di PT Surya-Toto Indonesia, Tbk menerapkan *system just in time* yaitu bentuk pengaturan yang saling berdekatan pada setiap mesin-mesin produksinya. Perusahaan mengadopsi istilah dari Jepang dengan menamai konsep tersebut mulai diterapkan secara berangsur-angsur mulai dari tahun 2003 dan benar-benar terlihat hasilnya yang membuat perubahan signifikan sampai saat ini

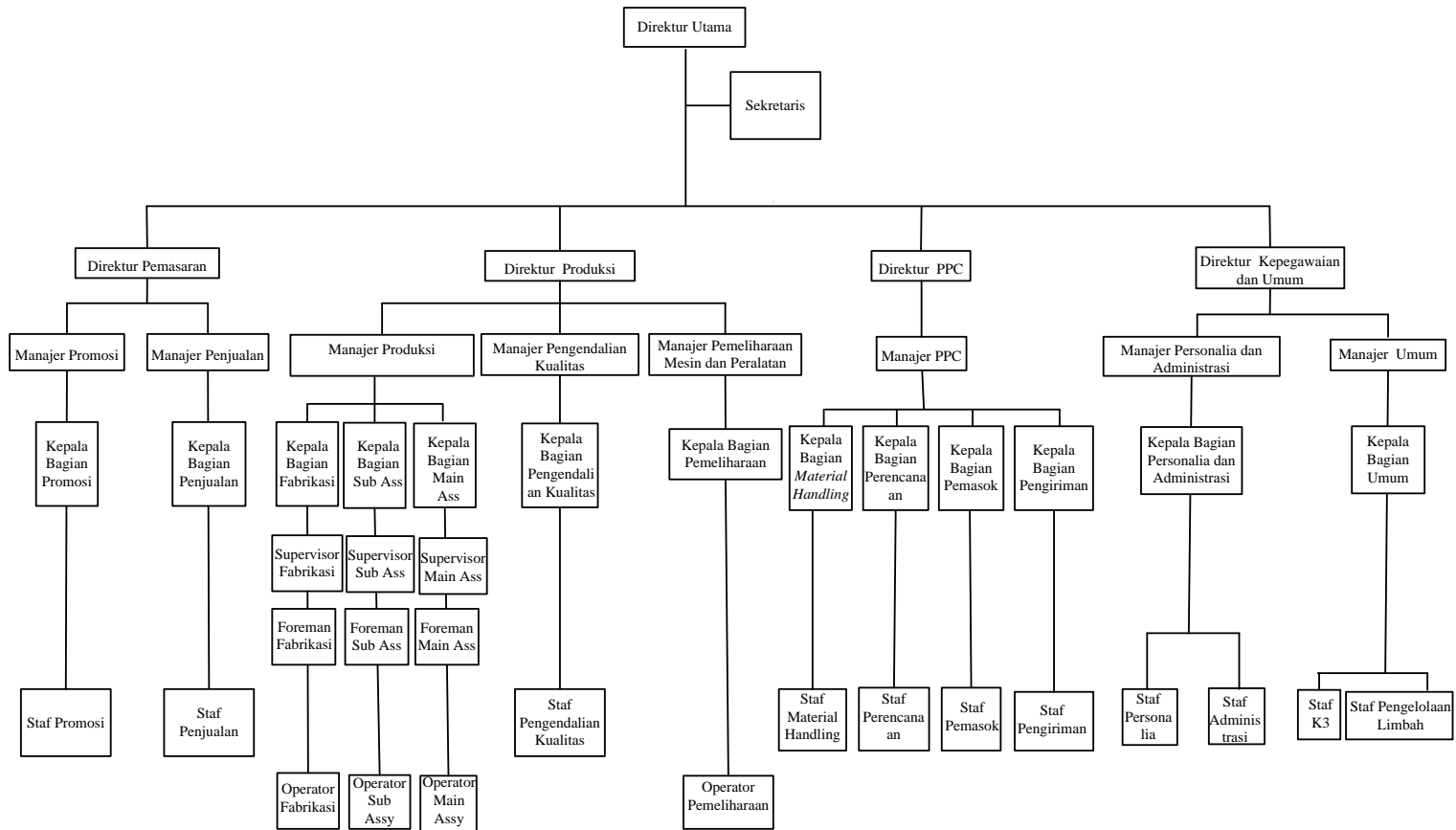
4.1.5 Struktur Organisasi

Dalam rangka melancarkan kegiatan melalui mekanisme kerja, PT Surya-Toto Indonesia, Tbk menyusun struktur organisasi yang dijadikan acuan. Dari struktur yang ada PT Surya Toto Indonesia, Tbk memperlihatkan satu organisasi yang tumbuh dan berkembang dengan mengadakan perubahan-perubahan dari struktur organisasi yang dinilai kurang efisien dalam pencapaian dan tujuan. Struktur organisasi dalam PT Surya Toto Indonesia, Tbk mempunyai arti yang penting antara lain:

1. Memberikan gambaran tentang organisasi.
2. Menunjukkan penetapan masing-masing kekuasaan dan tanggung jawab yang tentu.
3. Menggambarkan pembagian tugas karyawan secara teratur.
4. Menggambarkan kekuasaan garis-garis kekuasaan dan hubungannya.

Struktur organisasi dapat pula dijadikan satu pedoman bagi penyusunan kerja yang memberikan manfaat yang besar bagi pimpinan dan karyawannya. Oleh sebab itu, dalam penyusunan atau membuat struktur organisasi haruslah dibuat sederhana mungkin, jelas dalam membedakan unsur-unsur pokok dan tanggung jawab. Organisasi yang dibuat untuk menunjang kebijakan tersebut, berikut skema struktur organisasi PT Surya Toto Indonesia, Tbk dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Struktur Organisasi PT Surya Toto Indonesia, Tbk



66

Gambar 4.3. Sruktur Organisasi PT Surya Toto Indonesia, Tbk

Sumber: PT Surya Toto Indonesia, Tbk (2016)

Secara umum uraian tugas, tanggung jawab dan wewenang dari masing-masing pekerjaan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Direktur Utama

- a. Menetapkan haluan perusahaan bersama *staff*.
- b. Menandatangani surat-surat keputusan kepegawaian yang meliputi pengamatan, pemberhentian, mutasi, promosi pegawai menurut ketentuan yang berlaku.
- c. Mengambil alih tugas-tugas manajer karena sesuatu hal tidak dapat melaksanakan tugasnya dengan baik dengan melaksanakan sendiri atau memberikan kuasa kepada manajer lainnya.
- d. Bertanggung jawab atas kebijaksanaan yang akan diambil perusahaan.

2. Sekretaris

- a. Membantu direktur dalam melakukan tugas-tugas harian, baik yang rutin maupun yang khusus.
- b. Memfilter informasi dan sebagai sumber informasi bagi pimpinan dan menjalankan tugas, fungsi dan tanggung jawabnya.
- c. Mengatur aktivitas perusahaan, mulai dari administrasi hingga *human relations* (HR).
- d. Menjadi perantara pihak-pihak yang ingin berhubungan dengan pimpinan.
- e. Menjadi *mediator* pimpinan dengan bawahan.
- f. Memberikan ide-ide sebagai alternatif pemikiran pimpinan.
- g. Pemegang rahasia penting pimpinan yang berkaitan dengan perusahaan.

3. Direktur Pemasaran

- a. Merencanakan jadwal pemasaran sesuai kebutuhan pasar dan kemampuan bagian produk.
- b. Memeriksa dokumen pemasaran produk.
- c. Menandatangani dokumen pemasaran produk yang diperlukan untuk kelancaran pemasaran

4. Direktur Produksi

- a. Mengawasi kinerja karyawan perusahaan.

- b. Membantu direktur dalam menghitung dan menentukan harga penawaran produk.
 - c. Membuat target untuk PPIC agar produksi komponen dapat terpenuhi.
 - d. Membuat jadwal lembur karyawan.
5. Direktur PPC
- a. Memimpin dan *manage* divisi *Material Handling*, Perencanaan, Pemasok dan Pengiriman.
 - b. Membuat laporan bulanan akan keadaan proses produksi atau yang berhubungan dengan proses produksi.
 - c. Memberi petunjuk atas pelaksanaan kebijaksanaan direktur utama yang telah ditentukan.
6. Direktur Kepegawaian dan Umum
- a. Memimpin seksi kepegawaian dan administrasi.
 - b. Memberi bimbingan kepada seksi-seksi yang ada dibawahnya.
 - c. Mengarahkan dalam mencari dan menyeleksi karyawan pada setiap divisi.
 - d. Membuat tata cara kenaikan upah dan gaji serta jabatan yang adil.
7. Manajer Promosi
- a. Mengevaluasi rencana anggaran bulanan keperluan untuk pemasaran
 - b. Bertanggung jawab atas kelancaran pemasaran
8. Manajer Penjualan
- a. Mengevaluasi rencana anggaran bulanan keperluan untuk pemasaran
 - b. Memantau data-data yang diperlukan untuk mencegah agar tidak terjadi ketidakseimbangan *neraca*.
 - c. Mengatur dan mengawasi kegiatan pencatatan transaksi keuangan perusahaan.
 - d. Mengatur kegiatan keuangan perusahaan
 - e. Memberikan penjelasan tentang sistem pembukuan.
9. Manajer Produksi
- a. Melakukan *monitoring* terhadap keseluruhan aktifitas produksi
 - b. Memberi saran perbaikan dan pengembangan sistem produksi kepada *supervisor* produksi

- c. Membantu *supervisor* produksi dalam mengatur, mengembangkan dan memotivasi karyawan divisi produksi
 - d. Memastikan tercapainya kualitas produksi
10. Manajer Pengendalian Kualitas
- a. Membantu Direktur Produksi dalam hal merencanakan dan mengawasi kegiatan produksi terutama yang berhubungan dengan kualitas.
 - b. Mengawasi agar kualitas barang yang dihasilkan sesuai dengan standar mutu perusahaan
11. Manajer Pemeliharaan Mesin dan Peralatan
- a. Mengadakan pengecekan terhadap peralatan *maintenance*.
 - b. Memeriksa laporan bawahannya tentang *trouble machine*.
 - c. Berusaha meningkatkan pelayanan *maintenance* dengan sebaik baiknya.
12. Manajer PPC
- a. Menjadwal kegiatan produksi harian, mingguan, bulanan.
 - b. Rapat untuk menentukan jadwal produksi dengan bagian-bagian lain
 - c. Memberikan informasi tentang nilai persediaan yang ada saat itu yang berkoordinasi dengan bagian persediaan
13. Manajer Personalia dan Administrasi
- a. Bertanggung jawab memberikan laporan kepada kabag keuangan atas pelaksanaan seluruh kegiatan
14. Manajer Umum
- a. Memberikan Surat Jalan kepada *Driver* Operasional dan *Driver* Direktur untuk penugasan penjemputan/pengantaran Direktur/Pandu/Karyawan.
15. Kepala Bagian Promosi
- a. Membuat rencana anggaran bulanan keperluan untuk pemasaran
 - b. Mengatur pelaksanaan pengisian sales *record* untuk mengetahui jumlah hasil penjualan sesuai keseluruhan.
16. Kepala Bagian Penjualan
- a. Membuat rencana anggaran bulanan keperluan untuk pemasaran
 - b. Memeriksa data–data yang diperlukan untuk mencegah agar tidak terjadi ketidakseimbangan *neraca*.

17. Kepala Bagian Fabrikasi

- a. Merencanakan jadwal permintaan produk sesuai dengan jadwal pemasaran yang dilakukan oleh Divisi PPIC
- b. Memeriksa dan mengevaluasi dokumen pelengkap pengiriman barang hasil produksi
- c. Mendorong tercapainya kesehatan dan keselamatan kerja bagi karyawan.

18. Kepala Bagian *Sub Ass*

- a. Merencanakan jadwal permintaan produk sesuai dengan jadwal pemasaran yang dilakukan oleh Divisi PPIC
- b. Memeriksa dan mengevaluasi dokumen pelengkap pengiriman barang hasil produksi
- c. Mendorong tercapainya kesehatan dan keselamatan kerja bagi karyawan.

19. Kepala Bagian *Main Ass*

- a. Merencanakan jadwal permintaan produk sesuai dengan jadwal pemasaran yang dilakukan oleh Divisi PPIC
- b. Memeriksa dan mengevaluasi dokumen pelengkap pengiriman barang hasil produksi
- c. Mendorong tercapainya kesehatan dan keselamatan kerja bagi karyawan.

20. Kepala Bagian Pengendalian Kualitas

- a. Membantu Manajer Produksi dalam hal merencanakan dan mengawasi kegiatan produksi terutama yang berhubungan dengan kualitas.
- b. Membuat laporan atau memberikan laporan mengenai pekerjaan yang berkaitan.

21. Kepala Bagian Pemeliharaan

- a. Mengadakan pengecekan terhadap peralatan *maintenance*.
- b. Memeriksa laporan bawahannya tentang *trouble machine*.
- c. Berusaha meningkatkan pelayanan *maintenance* dengan sebaik-baiknya.

22. Kepala Bagian *Material Handling*

- a. Merencanakan jadwal permintaan produk sesuai dengan jadwal pemasaran yang dilakukan oleh Kepala Bagian Fabrikasi, *Sub Assembly* dan *Main Assembly*.

- b. Memeriksa dan mengevaluasi dokumen pelengkap pengiriman barang hasil produksi
23. Kepala Bagian Perencanaan
- a. Menjadwal kegiatan produksi harian, mingguan, bulanan.
 - b. Memberikan informasi tentang nilai persediaan yang ada saat itu yang berkordinasi dengan bagian persediaan.
 - c. Memutuskan apakah perlu atau tidak membeli bahan baku atau bahan penolong.
24. Kepala Bagian Pemasok
- a. Memimpin dan *manage* divisi *Material Handling*, Perencanaan, dan Pengiriman Produk.
 - b. Memberi bimbingan kepada tiap-tiap divisi yang ada di bawahnya.
 - c. Mengkoordinasikan dan mengawasi pelaksanaan tugas kepala divisi-divisi yang ada di bawah pengawasannya.
 - d. Bertanggungjawab atas masalah *inventory*.
 - e. Bertanggung jawab atas kebijaksanaan manajemen persediaan, pembelian dan perencanaan produksi termasuk bahan baku yang dibutuhkan pada saat produksi akan dilaksanakan.
25. Kepala Bagian Pengiriman
- a. Membuat laporan bulanan akan keadaan proses produksi atau yang berhubungan dengan proses produksi.
 - b. Mengawasi karyawan saat melakukan *packing*
 - c. Memberi instruksi apa saja yang harus dilakukan karyawan
26. Kepala Bagian Personalia dan Administrasi
- a. Menambah sesuatu kegiatan yang dirasa perlu untuk dilakukan dimana kegiatan ini tidak mencakup bidang-bidang yang telah ada dalam perusahaan seperti *cleaning service*
27. Kepala Bagian Umum
- a. Mengawasi pelaksanaan pembersihan ruangan kantor setiap pagi yang dikerjakan oleh Petugas Kebersihan.
28. *Supervisor* Fabrikasi

- a. Mengevaluasi efektifitas dan efisiensi kerja karyawan
 - b. Mengevaluasi kinerja harian
 - c. Mengidentifikasi kebutuhan pelatihan untuk mengembangkan kompetensi karyawan.
29. *Supervisor Sub Ass*
- a. Mengevaluasi efektifitas dan efisiensi kerja karyawan
 - b. Mengevaluasi kinerja harian
 - c. Mengidentifikasi kebutuhan pelatihan untuk mengembangkan kompetensi karyawan.
30. *Supervisor Main Ass*
- a. Mengevaluasi efektifitas dan efisiensi kerja karyawan
 - b. Mengevaluasi kinerja harian
 - c. Mengidentifikasi kebutuhan pelatihan untuk mengembangkan kompetensi karyawan.
31. *Foreman Fabrikasi*
- a. Menganalisis proses perbaikan dan tindakan pencegahan
 - b. Mengevaluasi laporan kerja bawahan
 - c. Mengontrol sarana kerja
32. *Foreman Sub Ass*
- a. Menganalisis proses perbaikan dan tindakan pencegahan
 - b. Mengevaluasi laporan kerja bawahan
 - c. Mengontrol sarana kerja
33. *Foreman Main Ass*
- a. Menganalisis proses perbaikan dan tindakan pencegahan
 - b. Mengevaluasi laporan kerja bawahan
 - c. Mengontrol sarana kerja
34. Staf Promosi
- a. Bersama team mencari *order* untuk meluaskan daerah pemasaran
 - b. Membantu Manajer pemasaran dalam pemasaran di cabang dan perwakilan.

- c. Merencanakan dan melaksanakan kegiatan promosi pada media dan cara yang tepat dan efisien sebagai sarana komunikasi dengan masyarakat perihalbarang yang diperdagangkan.

35. Staf Penjualan

- a. Membuat laporan bulanan.
- b. Melakukan pengecekan akan pembukuan penjualan.
- c. Membuat rencana penjualan sesuai dengan data bulan sebelumnya.
- d. Menyusun laporan bulanan akan kemungkinan pengembangan produk.
- e. Memperkirakan dana yang diperlukan untuk pengembangan produk.
- f. Meramalkan penjualan produk baru yang didasarkan pada data produk lama atau produk sejenis yang baru.

36. Staf Pengendalian Kualitas

- a. Membuat laporan hasil keputusan bagian QC
- b. Menyusun rencana kerja bersama kepala departemen PPC
- c. Membuat laporan bulanan mengenai hasil pengawasan dan pengendalian mutu produk kepada manajer produksi.
- d. Mengadakan rapat dan evaluasi hasil kerja yang telah dicapai untuk meningkatkan hasil daripembuatan produk pada periode yang yang selanjutnya.
- e. Mengendalikan mutu produk.

37. Staf *Material Handling*

- a. Melaksanakan kegiatan penyampaian produk-produk dari kegiatan fabrikasi, *sub assembly*, dan *main assembly* sesuai dengan yang telah diatur.
- b. Menyediakan bahan baku/barang atau komponen-komponen untuk proses produksi.
- c. Mendistribusikan barang jadi hasil produksi ke tempat penyimpanan yang telah ditentukan.
- d. Menempatkan atau meletakkan *material* sesuai dengan tempat yang tepat.
- e. Meningkatkan efektifitas, efisiensi, dan produktivitas kerja.

38. Staf Perencanaan

- a. Melaksanakan perencanaan serta pengendalian produksi sesuai dengan tujuan perusahaan yang telah ditetapkan.
 - b. Membantu tugas Kepala Bagian PPC
 - c. Memeriksa data-data mengenai persediaan, pemasaran, penjualan, serta hasil kegiatan produksi.
 - d. Menghitung jumlah bahan baku atau komponen yang masih tersedia sebelum dan sesudah produksi.
 - e. Merencanakan dan melaksanakan kegiatan pembelian untuk menjamin kegiatan produksi dapat berjalan dengan lancar tanpa kekurangan bahan baku
39. Staf Pemasok
- a. Membantu kepala bagian dalam pengaturan persediaan bahan *material* dan bahan penolong yang dibutuhkan dalam proses produksi.
 - b. Mengecek jumlah bahan *material* dan bahan penolong apakah cukup untuk diproduksi atau kurang.
40. Staf Pengiriman
- a. Melaksanakan perintah yang diberikan Kepala Bagian Pengiriman
 - b. Membuat surat jalan terhadap produk yang sudah jadi untuk dikirim ke konsumen
41. Staf Personalia
- a. Membantu Kepala Bagian Administrasi.
 - b. Melaksanakan kegiatan kepegawaian administrasi dan Kepala Bagian Administrasi dan menyelesaikan administrasi Umum.
 - c. Membuat laporan akan hasil yang didapat kepada Kepala Bagian Administrasi
42. Staf Administrasi
- a. Membantu Kepala Bagian Administrasi.
 - b. Melaksanakan kegiatan kepegawaian administrasi dan Kepala Bagian Administrasi dan menyelesaikan administrasi Umum.
 - c. Membuat laporan akan hasil yang didapat kepada Kepala Bagian Administrasi

43. Staf K3

- a. Menjaga kondisi lingkungan pekerjaan agar pekerja merasa aman dalam bekerja.
- b. Memberikan informasi tentang keselamatan kerja kepada karyawan.
- c. Membuat laporan K3.
- d. Bertanggung jawab terhadap kesehatan dan keselamatan kerja lingkungan kerja dilingkungan perusahaan.

44. Staf Pengolahan Limbah

- a. Membuat program untuk perencanaan pengolahan limbah pabrik.
- b. Melakukan pengolahan limbah pabrik menjadi sesuatu yang tidak berbahaya bagi lingkungan.
- c. Melakukan penelitian terhadap limbah pabrik agar dapat bermanfaat bagi lingkungan.

45. Operator Fabrikasi

- a. Melaksanakan kegiatan fabrikasi sesuai dengan yang telah diatur.
- b. Meningkatkan efektifitas, efisiensi serta produktivitas kerja

46. Operator *Sub Ass*

- a. Melaksanakan kegiatan (merakit komponen-komponen kecil) sesuai dengan yang telah diatur.
- b. Meningkatkan efektifitas, efisiensi serta produktivitas kerja

47. Operator *Main Ass*

- a. Melaksanakan kegiatan (merakit komponen-komponen kecil menjadi komponen besar) sesuai dengan yang telah diatur.
- b. Meningkatkan efektifitas, efisiensi serta produktivitas kerja

48. Operator Pemeliharaan

- a. Melakukan perbaikan mesin-mesin produksi sekaligus merawatnya dari kerusakan untuk menjaga kelancaran proses produksi.
- b. Menjaga kestabilan mesin-mesin produksi.
- c. Menjaga kelancaran dan beroperasinya mesin-mesin produksi dan fasilitas penunjang produksi.
- d. Memelihara dan memperbaiki peralatan atau mesin produksi.

e. Bertanggung jawab atas perbaikan mesin yang dilakukan

4.1.6 Waktu Kerja

Hari kerja normal pada PT Surya Toto Indonesia, Tbk adalah hari Senin s.d Jumat, namun jika ada permintaan yang belum terpenuhi maka hari Sabtu digunakan sebagai hari kerja tambahan. Berikut adalah waktu kerja di PT Surya-Toto Indonesia, Tbk yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Waktu Kerja PT Surya Toto Indonesia, Tbk

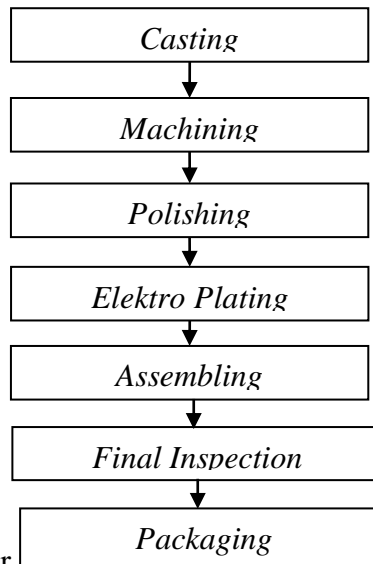
Shift Kerja	Waktu Kerja Normal	Istirahat
Shift I	07.00 - 15.00	11.30 – 12.30
Shift II	15.00 – 23.00	19.30 – 20.30
Shift III	23.00 – 07.00	03.30 – 04.00

(Sumber: Hasil Pengumpulan Data)

4.1.7 Proses Produksi

Proses pembuatan komponen *body* kran dilakukan beberapa tahapan proses. Berikut adalah gambar alur proses produksi komponen *body* kran yang dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Gambar 4.4. Alur Proses Produksi Komponen *Body* Kran



Gambar 4.4. Alur Proses Produksi Komponen *body* kran

Sumber: PT Surya Toto Indonesia, Tbk (2016)

Berikut adalah penjelasan tahapan proses produksi komponen *body* kran:

1. *Casting*

Tahap ini merupakan proses awal pembuatan *body* kran, Proses *casting*

adalah proses pencetakan atau pengecoran logam cair ke dalam cetakan untuk membentuk bentuk awal produk. Ada lima jenis tahapan proses *casting* diantaranya:

a. *Core*

Tahap ini merupakan proses awal pembuatan *body* kran, Proses *core* yaitu proses untuk membuat kerangka dalam *body* kran yang akan hancur pada saat proses *shot blast* sehingga membentuk ruang kosong (rongga) pada *body* kran tersebut. Bahan baku untuk membuat padatan *core* adalah:

a) *Binder Resin*, merupakan campuran air biasa dan *resin* (PB) bubuk.

b) *Hardener*

c) Pasir *core/silica*

b. *Low Pressure Die Casting* (LPDC)

Kerangka dalam yang telah dibuat di proses *core* dan telah siap untuk masuk ketahap selanjutnya yaitu proses LPDC. Proses LPDC merupakan proses pengecoran pada cetakan dengan tekanan rendah. Bahan baku yang digunakan adalah *bras ingot* dan zat yang perlu ditambahkan dalam peleburan bahan baku *casting* adalah *aditive* yang berguna untuk membersihkan metal dari campuran komponen lain sehingga benda-benda tersebut dapat naik ke permukaan (terpisah).

c. *Shot Blast*

Proses *Shot Blast* adalah proses membuang sisa-sisa pasir *core* yang ada dalam rongga benda kerja yang baru dicetak. Istilah lain dari proses *shot blast* adalah pencucian pasir *core*. Untuk menghindari perubahan bentuk proses *shot blast* dilakukan pada mesin *shot blast* antara 600-720 detik (10-12 menit), pada saat benda kerja dalam keadaan dingin.

d. *Cutting*

Proses *cutting* adalah proses yang dilakukan setelah pasir *core* dibersihkan, yaitu proses pemisahan benda kerja dari *runnernya* dengan menggunakan mesin *cutting*.

e. *Grinding*

Proses *grinding* adalah proses untuk menghaluskan hasil *cutting* atau membuang sisa-sisa bagian yang tidak bisa diproses pada mesin *cutting*.

2. *Machining*

Proses *machining* adalah proses pengerjaan produk dengan menggunakan mesin untuk mendapatkan produk yang sesuai dengan rancangan gambar teknik berdasarkan spesifikasinya, sehingga produk dapat dirakit. Hasil dari proses *machining* sangat menentukan kemampuan perakitan suatu produk, karena setiap hasil yang diproses pada seksi ini merupakan bagian-bagian/komponen dari suatu tipe produk.

Seksi *machining* merupakan seksi yang paling kompleks karena keragaman dari komponen yang diproses pada Divisi *Fitting* dapat terlihat disebabkan seksi *machining* menerima kelanjutan dari proses *casting*, *forging*, dan dari *supplier* langsung sehingga komponen yang diproduksi pada seksi ini sangat banyak dan beragam. Selain itu urutan dan waktu proses pun berbeda-beda sesuai dengan komponen yang akan diproses. Berbagai macam proses *machining* sebagian besar menggunakan mesin, baik yang semi otomatis maupun manual.

3. *Polishing*

Proses *polishing* adalah proses memoles produk sehingga produk tersebut halus dan terlihat mengkilap. Alat yang digunakan pada proses *polishing* ada dua macam, yaitu: *Belt Machine* dan *Buff Machine* yang keduanya dilakukan secara manual dan otomatis. Proses pertama menggunakan semacam amplas berwujud sabuk yang bernama *Abrasive Belt*. Sedangkan *Buff Machine* adalah alat poles yang berputar.

4. *Elektro Plating*

Proses *elektro plating* adalah proses pelapisan benda kerja menggunakan cairan kimia sebagai bahan pelapisnya dengan tujuan agar produk yang dihasilkan terlihat lebih baik. Proses *plating* pada Divisi *Fitting* terbagi menjadi 4 bagian, yakni: *Nikel Chrome Metal*, *Plating Plastik*, *Plating Emas*, dan *Plating Pearl (Satin/mutiara)*.

5. *Assembling*

Proses *Assembling* adalah proses perakitan produk yang masih berupa bagian-bagian dari komponen menjadi tipe suatu produk dan siap kirim. Sebelum perakitan dimulai, sebagian besar jenis produk, yaitu produk-produk yang terbuat dari logam harus melalui proses pemberian merk (*marking*) dan masih termasuk ke dalam proses *assembling*. Pemberian merk dilakukan menggunakan alat *marking* dengan teknologi laser.

6. *Final Inspection*

Tahap ini merupakan tahap terakhir dari proses pembuatan *body* kran. Pada tahap ini seluruh komponen diperiksa secara detail mengenai kualitas barang sebelum ketahap pengemasan atau *packaging*.

7. *Packaging*

Proses *packaging* adalah proses pengemasan satu unit *body* kran beserta dengan semua kelengkapannya kedalam kardus. Proses pengemasan ini dilakukan untuk melindungi *body* kran dari berbagai resiko luar sehingga mampu menjaga mutu *body* kran hingga ke tangan konsumen.

4.1.8 Data Jumlah Cacat Tiap Komponen *Body* Kran Pada Proses *Casting*

Adapun perusahaan langsung memfokuskan pengamat pada proses *casting*. Kegagalan produk (*defect*) pada proses *casting* komponen *body* kran disebabkan oleh berbagai faktor. Data jumlah cacat komponen *body* kran periode Januari-Februari 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Jumlah Cacat Komponen *Body* Kran Pada Proses *Casting* Periode Januari-Februari 2016

Jenis Komponen <i>Body</i> Kran	Jumlah Cacat (Unit)
S15060N	22
S15060N_PL_LK	35
S11248R_PL	92
S11308N	185
Jumlah	334

Sumber : PT Surya Toto Indonesia, Tbk (2016)

4.1.9 Data Jenis Cacat dan Jumlah Cacat Harian Komponen *Body* Kran S11308N

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan pada proses *casting*

terdapat beberapa jenis cacat yang terjadi. Cacat tersebut sangat berpengaruh untuk proses selanjutnya. Jenis cacat *casting* yang sering terjadi setiap harinya dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis kerusakannya. Jenis-jenis tersebut antara lain dapat di lihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Jenis-jenis Cacat yang disebabkan oleh proses *Casting*

Jenis Kerusakan	Gambar Cacat	Penjelasan
<i>Hike</i>		Bintik-bintik yang mengumpul pada permukaan <i>body</i> (jenis cacat yang terjadi pada area permukaan <i>body</i>).
<i>Ware</i>		Permukaan <i>body</i> yang tidak menyatu (cacat retak terjadi pada area <i>body</i> produk). Cacat ini timbul karena, pada saat pemasangan <i>core</i> ke <i>mold</i> tidak rata. Ini terjadi pada tahap proses produksi LPDC.
<i>Gomi</i>		Kotoran kasar (pasir <i>silica</i>) yang menempel pada permukaan <i>body</i> yang ditimbulkan dari proses <i>shot blast</i> yang tidak bersih.
<i>Kizu</i>		Luka pada permukaan <i>body</i> (jenis cacat berupa goresan yang biasanya terjadi pada permukaan) dan biasanya cacat ini disebabkan pada tahap <i>grinding</i> .

Tabel 4.3. Jenis-jenis Cacat yang disebabkan oleh proses *Casting* (Lanjutan)

Jenis Kerusakan	Gambar Cacat	Penjelasan
-----------------	--------------	------------

<i>Hole</i>		Lubang besar pada permukaan <i>body</i> , jenis cacat ini terjadi diakibatkan oleh proses <i>shot blast</i> yang terlalu lama. Biasanya terjadi pada area <i>body</i> produk.
-------------	---	---

Sumber : PT Surya Toto Indonesia, Tbk (2016)

Berdasarkan uraian diatas, terdapat lima jenis cacat pada proses *casting* komponen *body* kran S11308N, dimana data jumlah cacat harian komponen *body* kran S11308N selama periode Januari-Februari 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Data Cacat Harian Komponen *Body* Kran S11308N Periode Januari-Februari 2016

No.	Tanggal	Jumlah Sampel (Unit)	Jenis Cacat					Jumlah Cacat (Unit)
			<i>Hole</i> (Unit)	<i>Kizu</i> (Unit)	<i>Ware</i> (Unit)	<i>Hike</i> (Unit)	<i>Gomi</i> (Unit)	
1	03-Jan	300	0	0	1	2	1	4
2	04-Jan	300	0	1	2	25	1	29
3	06-Jan	300	0	0	1	2	0	3
4	09-Jan	300	0	0	0	1	0	1
5	10-Jan	300	1	0	3	1	0	5
6	11-Jan	300	0	0	4	3	1	8
7	14-Jan	300	0	0	0	1	0	1
8	15-Jan	300	0	1	7	1	0	9
9	16-Jan	300	0	0	3	3	0	6
10	18-Jan	300	1	0	1	2	0	4
11	19-Jan	300	0	0	1	1	0	2
12	23-Jan	300	0	0	3	1	0	4
13	24-Jan	300	0	0	1	1	0	2
14	29-Jan	300	0	0	0	1	1	2
15	02-Feb	300	0	1	0	2	0	3
16	04-Feb	300	0	0	0	2	0	2
17	06-Feb	300	0	0	0	4	0	4
18	07-Feb	300	1	2	1	28	0	32

Tabel 4.4. Data Cacat Harian Komponen *Body* Kran S11308N Periode Januari-Februari 2016 (Lanjutan)

No.	Tanggal	Jumlah Sampel	Jenis Cacat					Jumlah Cacat
			<i>Hole</i>	<i>Kizu</i>	<i>Ware</i>	<i>Hike</i>	<i>Gomi</i>	

		(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)	(Unit)
19	11-Feb	300	0	0	2	8	0	10
20	13-Feb	300	0	0	1	2	0	3
21	14-Feb	300	0	0	0	1	0	1
22	16-Feb	300	0	0	3	5	0	8
23	17-Feb	300	0	0	0	4	1	5
24	18-Feb	300	0	0	2	6	0	8
25	19-Feb	300	0	0	0	2	0	2
26	20-Feb	300	0	2	1	1	0	4
27	21-Feb	300	1	0	0	1	0	2
28	22-Feb	300	0	0	0	3	1	4
29	23-Feb	300	0	0	2	4	0	6
30	26-Feb	300	0	1	0	2	0	3
31	27-Feb	300	0	0	0	4	1	5
32	29-Feb	300	0	0	2	1	0	3
Jumlah		9.600	4	8	41	125	7	185

Sumber : PT Surya Toto Indonesia, Tbk (2016)

4.1.10 Diagram Alir Proses *Casting* dan Diagram SIPOC Komponen *Body* Kran S11308N

Diagram alir adalah sebuah diagram yang menggunakan simbol-simbol untuk menggambarkan sifat dan aliran urutan dari sebuah proses. Adapun diagram SIPOC yaitu diagram yang digunakan untuk menyajikan sekilas dari aliran kerja. Berikut diagram alir proses *casting* dan diagram SIPOC komponen *Body* Kran S11308N.

1. Diagram Alir Proses Produksi *Casting Body* Kran S11308N

Body Kran S11308N melewati berbagai proses mulai dari *casting*, *machining*, *polishing*, *elektro plating*, *assembling* hingga *packaging*. Fokus penelitian ini adalah perbaikan kualitas proses *casting* untuk *body* kran S11308N. Berikut adalah gambar *body* kran S11308N yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 dan gambar alur proses *casting* komponen *body* kran S11308N yang bisa dilihat pada Gambar 4.6.

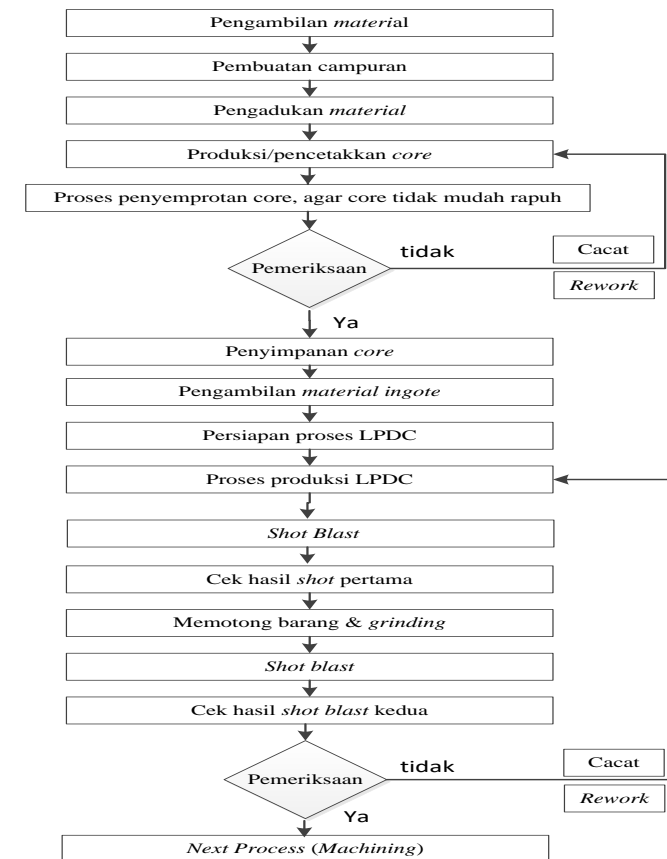
Gambar 4.5. Gambar *Body* Kran S11308N



Gambar 4.5. *Body* Kran S11308N

Sumber: PT Surya Toto Indonesia (2016)

Gambar 4.6. Alur Proses *Casting* komponen *Body* Kran S11308N

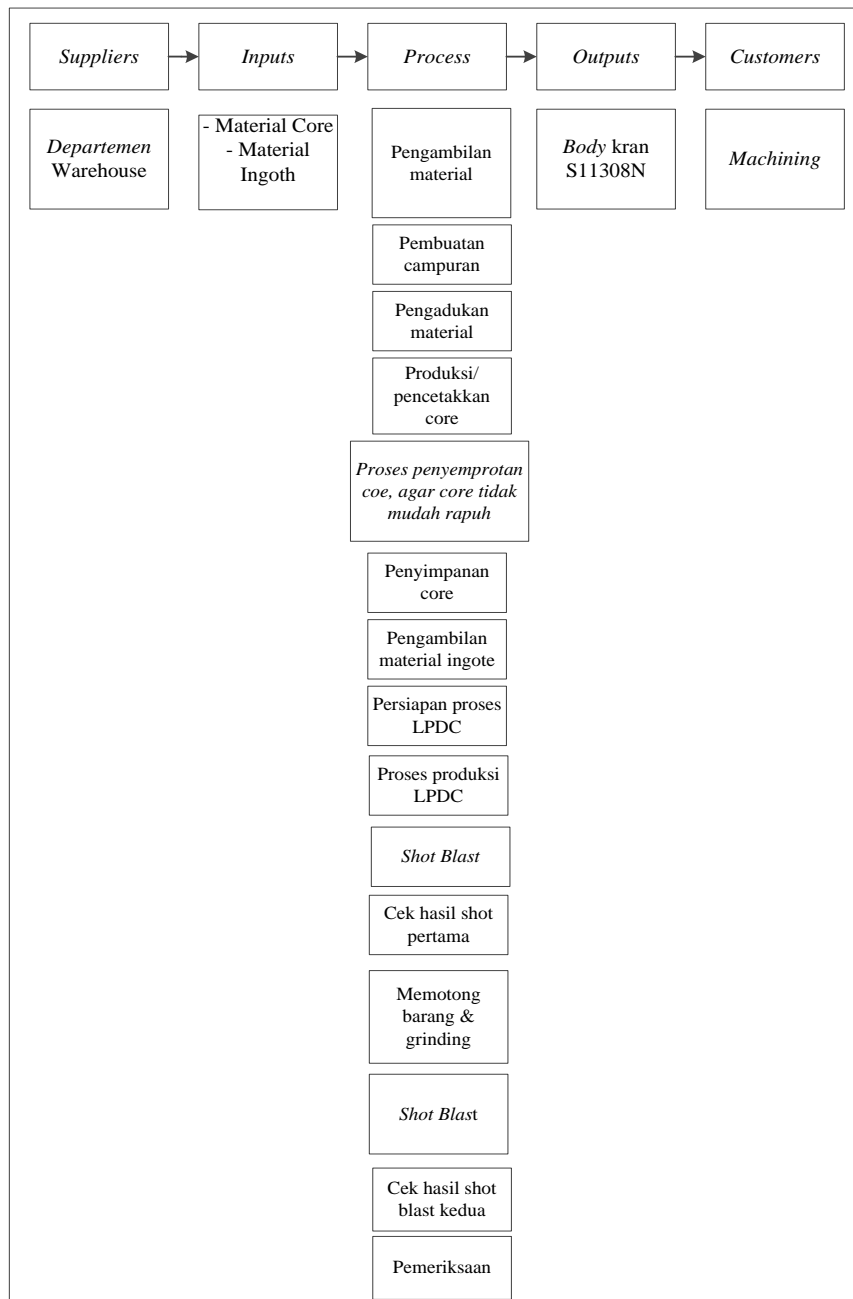


Gambar 4.6. Alur Proses *Casting* komponen *Body* Kran S11308N

Sumber: PT Surya Toto Indonesia (2016)

2. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Suppliers-Inputs-Processes-Outputs-Customers*) merupakan alat yang berguna bagi manajemen dalam peningkatan proses untuk mendefinisikan proses kunci beserta pelanggannya dalam proyek *Six Sigma*. Berikut adalah SIPOC *body* kran S11308N yang ditunjukkan pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7. Diagram SIPOC *Body* Kran S11308N

Sumber: Pengumpulan Data (2016)

Dari diagram SIPOC pada Gambar 4.7. dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. *Supplier* : *Warehouse, warehouse* (gudang) merupakan departemen yang menyimpan semua bahan baku yang diperlukan untuk membuat *body* kran S11308N.
- b. *Inputs* : *Material Core* dan *material ingoth* yang akan diproses hingga menjadi *body* kran S11308N
- c. *Process* :
 - 1) Pengambilan *material*
 - 2) Pembuatan campuran
 - 3) Pengadukan *material*
 - 4) Produksi/pencetakan *core*
 - 5) Proses penyemprotan *core*, agar tidak mudah rapuh
 - 6) Penyimpanan *core*
 - 7) Pengambilan *material ingote*
 - 8) Persiapan proses LPDC
 - 9) Proses Produksi LPDC
 - 10) *Shot Blast*
 - 11) Cek hasil *shot* pertama
 - 12) Memotong barang & *grinding*
 - 13) *Shot blast*
 - 14) Cek hasil *shot blast* kedua
 - 15) Pemeriksaan
- d. *Outputs* : *Body* kran S11308N, *body* kran yang telah melewati proses *casting*.
- e. *Customers* : *Machining, machining* adalah pelanggan yang akan menerima *body* kran S11308N yang telah melewati proses *casting*.

4.1.11 Data Biaya Akibat Kualitas Yang Rendah (COPQ)

Kualitas yang rendah dapat mengakibatkan biaya kualitas yang tidak sedikit. Biaya kualitas yang buruk merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan, berkaitan dengan rendahnya kualitas produk tersebut sehingga tidak sesuai dengan spesifikasi pelanggan. Adapun biaya kualitas yang di perhitungkan

dalam penelitian ini hanya di batasi pada biaya pencegahan, biaya penilaian, dan biaya kegagalan *internal* dan *eksternal*. Besarnya biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan bergantung pada banyaknya jumlah cacat pada poduk tersebut.

Berikut adalah Tabel 4.5. data biaya kualitas pada bulan Januari-Februari 2016

Tabel 4.5. Data Biaya Kualitas Pada Bulan Januari-Februari 2016

No.	Kategori Biaya Kualitas	Biaya yang harus dikeluarkan (Rp)
1	Biaya Pencegahan	1.080.000,-
2	Biaya Penilaian	3.080.000,-
3	Biaya Kegagalan <i>Internal</i> & <i>Eksternal</i>	20.030.000,-
Total Biaya Kualitas		24.190.000,-

Sumber: PT Surya Toto Indonesia, Tbk (2016)

Adapun, diketahui total penjualan produk (*body* kran S11308N) pada bulan Januari-Februari 2016 yaitu sebesar Rp 60.090.000,-.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menghasilkan informasi yang nantinya akan dijadikan bahan untuk melakukan analisis sesuai dengan tahapan *Six Sigma*. Pada pengolahan data ini dilakukan dengan menggunakan dua tahapan *Six Sigma*, yaitu *define* (pendefinisian) dan *measure* (pengukuran).

4.2.1 Tahap *Define*

Merupakan langkah operasional pertama dalam program perbaikan dan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hal utama yang dilakukan adalah pemilihan departemen dan produk mana yang akan menjadi prioritas penanganan masalah. Setelah itu, dilanjutkan dengan pernyataan tujuan yang ingin dicapai.

4.2.1.1 Pemilihan Proyek *Six Sigma*

Pemilihan proyek *Six Sigma* pada penelitian dipilih melalui tiga tahapan, yaitu pemilihan lini produksi, pemilihan jenis komponen dan pemilihan jenis cacat. Hasil akhir dari pemilihan jenis komponen *body* kran dan jenis cacat inilah yang dijadikan proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*.

1. Pemilihan Lini Produksi

Karena perusahaan langsung menempatkan pengamat pada proses *casting*. Maka proses *casting*lah yang menjadi fokus pengamat dalam penelitian ini. Selain itu karena pada proses *casting* ini, pada umumnya memiliki tingkat kecacatan yang paling banyak dibandingkan proses yang lainnya.

2. Pemilihan Komponen (Jenis *Body* Kran)

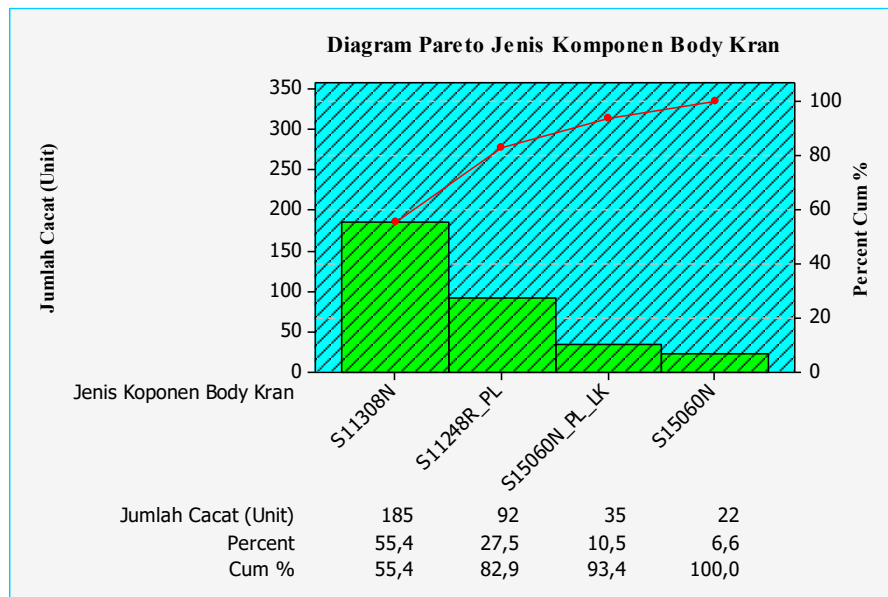
Pemilihan jenis komponen atau disebut jenis *body* kran bertujuan untuk menentukan jenis komponen *body* kran yang akan diprioritaskan dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. *Body* kran yang dipilih yaitu *body* kran dengan jumlah unit cacat terbesar selama periode bulan Januari-Februari 2016 pada bagian produksi *casting*. Pada proses *casting* memiliki berbagai jenis produk. Pemilihan jenis komponen *body* kran yang akan menjadi prioritas dalam proyek *Six Sigma* ini dilakukan dengan membuat analisis Pareto berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Data Cacat Komponen *Body* Kran

Jenis komponen <i>Body</i> Kran	Jumlah Cacat (unit)
S11308N	185
S11248R_PL	92
S15060N_PL_LK	35
S15060N	22
Jumlah	334

Sumber : PT Surya Toto Indonesia, Tbk (2016)

Berdasarkan Tabel 4.6. diatas maka dapat dibuat diagram pareto jumlah cacat komponen *body* kran pada bagian produksi *casting* seperti pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8. Diagram Pareto Jenis Komponen *Body* Kran

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan diagram Pareto di atas dapat dilihat bahwa komponen *body* kran yang menghasilkan cacat tertinggi selama periode Januari-Februari 2016 adalah komponen *body* kran (S11308N). Dari total keseluruhan jumlah cacat, persentase cacat komponen *body* kran (S11308N) sebesar 55,40% adalah yang terbesar dibandingkan komponen *body* kran lain. Dengan demikian, proyek peningkatan *Six Sigma* akan difokuskan pada komponen *body* kran (S11308N).

3. Pemilihan Jenis Cacat

Pemilihan jenis cacat bertujuan untuk menentukan jenis cacat yang akan diprioritaskan dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Jenis cacat yang dipilih yaitu jenis cacat pada komponen *body* kran S11308N dengan jumlah unit cacat terbesar selama periode bulan Januari-Februari 2016 pada bagian produksi *casting*. Pada proses *casting* memiliki berbagai jenis cacat. Pemilihan jenis cacat komponen *body* kran S11308N yang akan menjadi prioritas dalam proyek *Six Sigma* ini dilakukan dengan membuat analisis Pareto berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4.7.

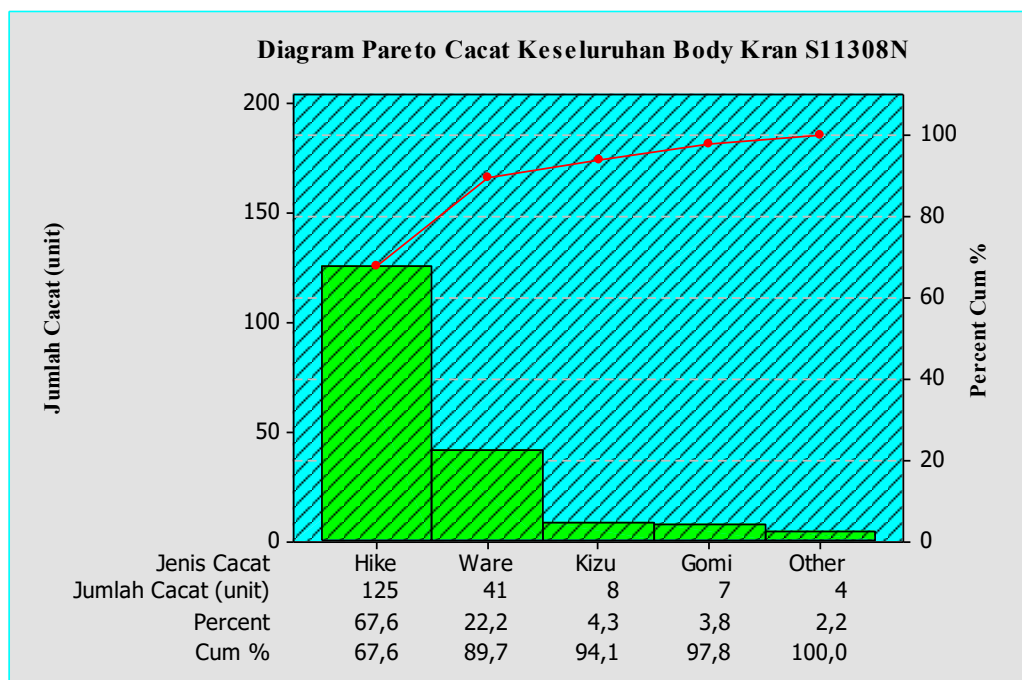
Tabel 4.7. Data Jenis dan Jumlah Cacat Komponen *Body* Kran S11308N
Bulan Januari-Februari 2016 Pada Proses *Casting*

Jenis Cacat	Jumlah Cacat (unit)
<i>Hike</i>	125
<i>Ware</i>	41
<i>Kizu</i>	8
<i>Gomi</i>	7
<i>Hole</i>	4
Jumlah	185

Sumber : PT Surya Toto Indonesia, Tbk (2016)

Berdasarkan Tabel 4.7. diatas maka dapat dibuat diagram pareto jenis dan jumlah cacat komponen *body* kran S11308N pada bagian produksi *casting* seperti pada Gambar 4.9.

Gambar 4.9. Diagram Pareto Cacat Keseluruhan *Body* Kran S1308N



Gambar 4.9. Diagram Pareto Cacat Keseluruhan *Body* Kran S11308N

Sumber: Pengolahan Data (2016)

Berdasarkan Gambar 4.9. terlihat bahwa jenis cacat dominan yaitu cacat *hike*.

4.2.2 Tahap *Measure*

Tahap *measure* merupakan tahap kedua dalam peningkatan kualitas yang merupakan tindak lanjut pengolahan data dari tahap *define*. Tahap ini melakukan pengukuran kinerja perusahaan saat ini atau sebelum dilakukan perbaikan dan pengukuran kualitas produk. Pada tahap ini dilakukan penentuan karakteristik kunci yang penting bagi kualitas yaitu *Critical to Quality* (CTQ), membuat peta kendali, menghitung nilai DPMO yang dilanjutkan dengan mengkonversi ke nilai DPMO ketinggian *sigma*, serta menghitung biaya kegagalan akibat kualitas produk yang buruk (COPQ). Berikut adalah tahapan *measure*:

1. Menentukan Karakteristik CTQ

Problem yang terjadi dari suara pelanggan dengan ketidakpuasan terhadap produk *Body* Kran S11308N yaitu karena produk tersebut terdapat cacat. Cacat yang diperoleh oleh pelanggan yaitu cacat dengan bintik-bintik yang mengumpul pada permukaan *body* (*hike*), sehingga dapat disimpulkan bahwa cacat *hikelah* yang menjadi prioritas utama untuk diselesaikan.

Seksi *casting* untuk jenis komponen *body* kran S11308N menjadi objek atau sasaran dalam peningkatan kualitas proses. Setelah objek terpilih kemudian ditentukan beberapa *Critical to Quality* yang sering terjadi dan berpotensi mempengaruhi kualitas *casting* pada komponen *body* kran S11308N. Terdapat 5 jenis cacat untuk komponen *body* kran S11308N.

Untuk menentukan CTQ maka dipilih jenis cacat yang memiliki jumlah cacat yang paling tinggi, jumlah cacat pada seksi *casting* untuk periode bulan Januari sampai Februari 2016 ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Jenis dan Jumlah Cacat *Body* Kran S11308N
Bulan Januari-Februari 2016

No.	Jenis Cacat	Jumlah Cacat (Unit)	Persentase Cacat	Persentase Kumulatif
1	<i>Hike</i>	125	67,60%	67,60%
2	<i>Ware</i>	41	22,20%	89,70%
3	<i>Kizu</i>	8	4,30%	94,10%
4	<i>Gomi</i>	7	3,80%	97,80%
5	<i>Hole</i>	4	2,20%	100,0%
Total		185	100,00%	

Sumber: Pengolahan Data (2016)

Berdasarkan Tabel 4.8. diatas terlihat bahwa jenis cacat dominan yaitu cacat

hike, karena merupakan jenis cacat yang memiliki jumlah paling banyak dan memiliki persentase tertinggi dibandingkan dengan jenis cacat yang lain.

2. Peta Kendali Atribut

Peta kendali yang digunakan untuk cacat yang ada pada seksi *casting* untuk *body* kran S11038N adalah peta kendali np. Data jumlah sampel dan jumlah cacat yang digunakan untuk membuat peta kendali np adalah data pada bulan Januari-Februari 2016. Data terhadap jumlah sampel dan jumlah cacat untuk proses *casting body* kran S11038N diuraikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Data Jumlah Sampel, Jenis Cacat dan Jumlah Cacat *Body* Kran S11038N (Januari-Februari 2016)

No.	Tanggal	Jumlah Sampel (Unit) (n)	Jenis Cacat					Jumlah Cacat (Unit) (np)
			<i>Hole</i> (Unit)	<i>Kizu</i> (Unit)	<i>Ware</i> (Unit)	<i>Hike</i> (Unit)	<i>Gomi</i> (Unit)	
1	03-Jan	300	0	0	1	2	1	4
2	04-Jan	300	0	1	2	25	1	29
3	06-Jan	300	0	0	1	2	0	3
4	09-Jan	300	0	0	0	1	0	1
5	10-Jan	300	1	0	3	1	0	5
6	11-Jan	300	0	0	4	3	1	8
7	14-Jan	300	0	0	0	1	0	1
8	15-Jan	300	0	1	7	1	0	9
9	16-Jan	300	0	0	3	3	0	6
10	18-Jan	300	1	0	1	2	0	4
11	19-Jan	300	0	0	1	1	0	2
12	23-Jan	300	0	0	3	1	0	4
13	24-Jan	300	0	0	1	1	0	2
14	29-Jan	300	0	0	0	1	1	2
15	02-Feb	300	0	1	0	2	0	3
16	04-Feb	300	0	0	0	2	0	2
17	06-Feb	300	0	0	0	4	0	4
18	07-Feb	300	1	2	1	28	0	32
19	11-Feb	300	0	0	2	8	0	10
20	13-Feb	300	0	0	1	2	0	3
21	14-Feb	300	0	0	0	1	0	1

Tabel 4.9. Data Jumlah Sampel, Jenis Cacat dan Jumlah Cacat *Body* Kran S11038N (Januari-Februari 2016) (Lanjutan)

No.	Tanggal	Jumlah	Jenis Cacat	Jumlah
-----	---------	--------	-------------	--------

		Sampel (Unit) (n)	Hole (Unit)	Kizu (Unit)	Ware (Unit)	Hike (Unit)	Gomi (Unit)	Cacat (Unit) (np)
22	16-Feb	300	0	0	3	5	0	8
23	17-Feb	300	0	0	0	4	1	5
24	18-Feb	300	0	0	2	6	0	8
25	19-Feb	300	0	0	0	2	0	2
26	20-Feb	300	0	2	1	1	0	4
27	21-Feb	300	1	0	0	1	0	2
28	22-Feb	300	0	0	0	3	1	4
29	23-Feb	300	0	0	2	4	0	6
30	26-Feb	300	0	1	0	2	0	3
31	27-Feb	300	0	0	0	4	1	5
32	29-Feb	300	0	0	2	1	0	3
Jumlah		$\Sigma n = 9.600$	4	8	41	125	7	$\Sigma np = 185$

Sumber: Pengolahan Data (2016)

Berdasarkan jumlah sampel dan jumlah cacat yang telah diperoleh sebelumnya diperoleh perhitungan peta kendali np sebagai berikut:

$$\text{Proporsi produk cacat (sampel Pertama)} = \frac{np}{n}$$

$$p = \frac{4 \text{ unit}}{300 \text{ unit}} = 0,01$$

Sampel ke 2 sampai ke 32 dilakukan perhitungan dengan rumus yang sama.

Garis Pusatnya adalah:

$$\begin{aligned} \bar{p} &= \frac{\Sigma np}{\Sigma n} \\ &= \frac{185 \text{ unit}}{9.600 \text{ unit}} = 0,0192708333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CL &= n \times \bar{p} \\ &= 300 \times 0,0192708333 \\ &= 5,78125 \approx 5,8 \end{aligned}$$

Batas pengendali atas dan batas pengendali bawahnya adalah:

$$\begin{aligned} UCL &= CL + 3 \sqrt{(CL (1 - \bar{p}))} \\ &= 5,8 + 3 \sqrt{(5,8 (1 - 0,0192708333))} \\ &= 12,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
LCL &= CL - 3 \sqrt{(CL (1 - \bar{p}))} \\
&= 5,8 - 3 \sqrt{(5,8 (1 - 0,0192708333))} \\
&= -1,35
\end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan Peta Kendali np ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali np

No.	Tanggal	Jumlah Unit Sampel (n)	Jumlah Unit Cacat (np)	Fraksi Cacat (p)	CL	UCL	LCL
1	03-Jan	300	4	0,013	5,8	12,92	0
2	04-Jan	300	29	0,097	5,8	12,92	0
3	06-Jan	300	3	0,010	5,8	12,92	0
4	09-Jan	300	1	0,003	5,8	12,92	0
5	10-Jan	300	5	0,017	5,8	12,92	0
6	11-Jan	300	8	0,027	5,8	12,92	0
7	14-Jan	300	1	0,003	5,8	12,92	0
8	15-Jan	300	9	0,030	5,8	12,92	0
9	16-Jan	300	6	0,020	5,8	12,92	0
10	18-Jan	300	4	0,013	5,8	12,92	0
11	19-Jan	300	2	0,007	5,8	12,92	0
12	23-Jan	300	4	0,013	5,8	12,92	0
13	24-Jan	300	2	0,007	5,8	12,92	0
14	29-Jan	300	2	0,007	5,8	12,92	0
15	02-Feb	300	3	0,010	5,8	12,92	0
16	04-Feb	300	2	0,007	5,8	12,92	0
17	06-Feb	300	4	0,013	5,8	12,92	0
18	07-Feb	300	32	0,107	5,8	12,92	0
19	11-Feb	300	10	0,033	5,8	12,92	0
20	13-Feb	300	3	0,010	5,8	12,92	0
21	14-Feb	300	1	0,003	5,8	12,92	0
22	16-Feb	300	8	0,027	5,8	12,92	0
23	17-Feb	300	5	0,017	5,8	12,92	0
24	18-Feb	300	8	0,027	5,8	12,92	0

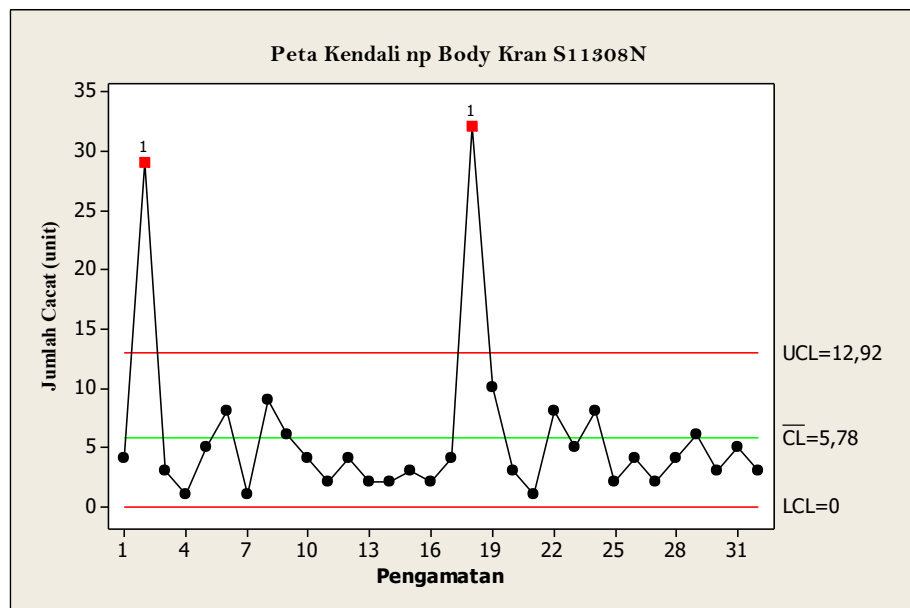
Tabel 4.10. Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali np (Lanjutan)

No.	Tanggal	Jumlah Unit Sampel (n)	Jumlah Unit Cacat (np)	Fraksi Cacat (p)	CL	UCL	LCL
25	19-Feb	300	2	0,007	5,8	12,92	0
26	20-Feb	300	4	0,013	5,8	12,92	0
27	21-Feb	300	2	0,007	5,8	12,92	0
28	22-Feb	300	4	0,013	5,8	12,92	0
29	23-Feb	300	6	0,020	5,8	12,92	0
30	26-Feb	300	3	0,010	5,8	12,92	0
31	27-Feb	300	5	0,017	5,8	12,92	0

32	29-Feb	300	3	0,010	5,8	12,92	0
Total		$\sum n = 9.600$	$\sum np = 185$	$\bar{p} = 0,019271$			

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan perhitungan peta kendali np yang dilakukan, maka dapat dibuat peta kendali kualitas atribut np yang memetakan batas-batas tersebut ke dalam suatu grafik. Tujuannya yaitu untuk melihat apakah data berada dalam batas kendali atau tidak. Jika ada data yang keluar dari batas kendali maka harus dilakukan perhitungan ulang atau revisi untuk menstabilkan proses. Peta kendali np untuk komponen *body* kran S11308N bisa dilihat pada Gambar 4.10. Dari peta kendali np pada Gambar 4.10 dapat dilihat bahwa terdapat data yang keluar dari batas kendali.



Gambar 4.10. Peta Kendali np *Body* Kran S11308N

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Peta kendali np pada Gambar 4.10. menunjukkan bahwa masih ada dua kinerja yang keluar dari batas atas yaitu pada tanggal 04 Januari dan 07 Februari 2016 sehingga perlu dilakukan revisi dengan cara mengeliminasi data dan melakukan perhitungan kembali. Berikut adalah data hasil perhitungan peta kendali np revisi pertama dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali np Revisi Pertama

No.	Tanggal	Jumlah Unit	Jumlah Unit	Fraksi Cacat	CL	UCL	LCL
-----	---------	-------------	-------------	--------------	----	-----	-----

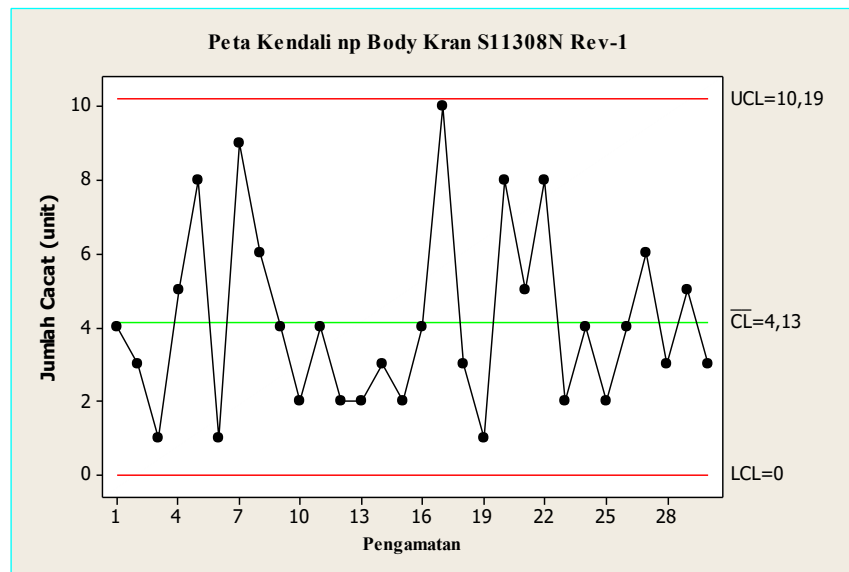
		Sampel (n)	Cacat (np)	(p)			
1	03-Jan	300	4	0,013	4,13	10,19	0
2	06-Jan	300	3	0,010	4,13	10,19	0
3	09-Jan	300	1	0,003	4,13	10,19	0
4	10-Jan	300	5	0,017	4,13	10,19	0
5	11-Jan	300	8	0,027	4,13	10,19	0
6	14-Jan	300	1	0,003	4,13	10,19	0
7	15-Jan	300	9	0,030	4,13	10,19	0
8	16-Jan	300	6	0,020	4,13	10,19	0
9	18-Jan	300	4	0,013	4,13	10,19	0
10	19-Jan	300	2	0,007	4,13	10,19	0
11	23-Jan	300	4	0,013	4,13	10,19	0
12	24-Jan	300	2	0,007	4,13	10,19	0
13	29-Jan	300	2	0,007	4,13	10,19	0
14	02-Feb	300	3	0,010	4,13	10,19	0
15	04-Feb	300	2	0,007	4,13	10,19	0
16	06-Feb	300	4	0,013	4,13	10,19	0
17	11-Feb	300	10	0,033	4,13	10,19	0
18	13-Feb	300	3	0,010	4,13	10,19	0
19	14-Feb	300	1	0,003	4,13	10,19	0
20	16-Feb	300	8	0,027	4,13	10,19	0
21	17-Feb	300	5	0,017	4,13	10,19	0
22	18-Feb	300	8	0,027	4,13	10,19	0
23	19-Feb	300	2	0,007	4,13	10,19	0
24	20-Feb	300	4	0,013	4,13	10,19	0
25	21-Feb	300	2	0,007	4,13	10,19	0
26	22-Feb	300	4	0,013	4,13	10,19	0
27	23-Feb	300	6	0,020	4,13	10,19	0
28	26-Feb	300	3	0,010	4,13	10,19	0
29	27-Feb	300	5	0,017	4,13	10,19	0

Tabel 4.11. Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali np Revisi Pertama (Lanjutan)

No.	Tanggal	Jumlah Unit Sampel (n)	Jumlah Unit Cacat (np)	Fraksi Cacat (p)	CL	UCL	LCL
30	29-Feb	300	3	0,010	4,13	10,19	0
Total		$\sum n = 9.000$	$\sum np = 124$	$\bar{p} = 0,01377$			

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari hasil perhitungan peta kendali np revisi yang pertama, selanjutnya dilakukan kembali pembuatan peta kendali np berdasarkan data yang telah direvisi. Berikut grafik peta kendali np untuk proses *casting* revisi pertama bisa dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Peta Kendali np *Body* Kran S11308N Rev-1

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Peta kendali np pada Gambar 4.11. menunjukkan bahwa keseluruhan data sudah berada dalam batas kendali. Untuk itu tidak perlu dilakukan revisi kembali, dan proses dinyatakan stabil pada tahap ini.

3. Perhitungan Kinerja *Baseline*

Untuk mengetahui kinerja *baseline* maka perlu dilakukan perhitungan besarnya nilai *sigma* produk dengan menggunakan rumus-rumus yang sudah baku dan juga menggunakan tabel nilai *sigma*. Level *sigma* merupakan hasil konversi dari nilai *Defect Per Million Opportunity (DPMO)*, sehingga untuk mengetahui nilai *sigma* perusahaan maka dilakukan terlebih dahulu perhitungan untuk mendapatkan nilai *DPMO*. Perhitungan nilai *DPMO* cacat *Body* Kran S1308N adalah sebagai berikut:

a. *Defect Per Million Opportunity (DPMO)*

Untuk mengetahui nilai *DPMO*, maka tahapan perhitungan yang harus dilakukan yaitu:

1) Unit (U)

Jumlah yang diperiksa pada bulan Januari-Februari 2016 adalah sebanyak 9.000 unit.

2) *Opportunity (OP)*

Berdasarkan karakteristik kebutuhan pelanggan, maka dapat diketahui terdapat satu kesempatan terjadinya cacat yaitu cacat *hike*. Dengan demikian berarti ada satu kesempatan terjadinya cacat pada setiap unit produk yang dihasilkan.

3) *Defect (D)*

Jumlah cacat produk pada bulan Januari-Februari 2016 adalah 124 unit.

4) *Defect per Unit (DPU)*

$$\begin{aligned} DPU &= \frac{D}{U} \\ &= \frac{124 \text{ unit}}{9.000 \text{ unit}} = 0,0137777778 \end{aligned}$$

5) *Total Opportunity (TOP)*

$$\begin{aligned} TOP &= U \times OP \\ &= 9.000 \text{ unit} \times 1 = 9.000 \text{ unit} \end{aligned}$$

6) *Defect per Opportunity (DPO)*

$$\begin{aligned} DPO &= \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah unit} \times \text{peluang}} \\ &= \frac{124 \text{ unit}}{9.000 \text{ unit}} = 0,0137777778 \end{aligned}$$

7) *Defect per Million Opportunity (DPMO)*

$$\begin{aligned} DPMO &= DPO \times 1.000.000 \text{ unit} \\ &= 0,0137777778 \times 1.000.000 \text{ unit} = 13.777,78 \text{ unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (*DPMO*) pada cacat *Body* Kran S11308N 13.777,78 unit, jika dibulatkan menjadi 13.778 unit.

b. Nilai *Sigma*

Tingkat *sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai *DPMO* ke dalam tabel konversi *DPMO* ke nilai *sigma* berdasarkan konsep Motorola yang ada pada Lampiran. Pada tabel konversi *DPMO* diketahui bahwa nilai *DPMO* sebesar 13.778 unit berada pada nilai *sigma* 3,70-3,71. Untuk mengetahui nilai *sigma* yang tepat dilakukan dengan cara interpolasi. Tingkat *sigma* 3,70 dengan nilai *DPMO* sebesar 13.903 unit dan pada tingkat *sigma* 3,71 nilai

DPMO sebesar 13.553 unit. Perhitungan interpolasi sebagai berikut:

$$\frac{13.903 - 13.778}{13.778 - 13.553} = \frac{3,70 - x}{x - 3,71}$$

$$\frac{125}{225} = \frac{3,70 - x}{x - 3,71}$$

$$125 (x - 3,71) = 225 (3,70 - x)$$

$$125x - 463,75 = 832,5 - 225x$$

$$125x + 225x = 463,75 + 832,5$$

$$350x = 1.296,25$$

$$x = \frac{1.296,25}{350}$$

$$x = 3,703$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan tingkat *sigma* sebesar 3,703. Tingkat ini masih jauh dari nilai yang dianggap ideal yakni 6 *sigma*. Oleh sebab itu, diperlukan langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas produk sehingga tingkat *sigma* dapat meningkat.

4. *Cost of Poor Quality* (COPQ)

Kualitas yang rendah dapat mengakibatkan biaya kualitas yang tidak sedikit. Biaya kualitas yang buruk merupakan biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan, berkaitan dengan rendahnya kualitas produk tersebut sehingga tidak sesuai dengan spesifikasi pelanggan. Adapun biaya kualitas yang di perhitungkan dalam penelitian ini hanya di batasi pada biaya pencegahan, biaya penilaian, dan biaya kegagalan *internal* dan *eksternal*. Besarnya biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan bergantung pada banyaknya jumlah cacat pada produk tersebut. Berikut adalah Tabel 4.12. data biaya kualitas pada bulan Januari-Februari 2016

Tabel 4.12. Data Biaya Kualitas Pada Bulan Januari-Februari 2016

No.	Kategori Biaya Kualitas	Biaya yang harus dikeluarkan (Rp)
1	Biaya Pencegahan	1.080.000,-
2	Biaya Penilaian	3.080.000,-
3	Biaya Kegagalan <i>Internal</i> & <i>Eksternal</i>	20.030.000,-

Total Biaya Kualitas	24.190.000,-
----------------------	--------------

Sumber: PT Surya Toto Indonesia, Tbk (2016)

Adapun, diketahui total penjualan produk (*body* kran S11308N) pada bulan Januari-Februari 2016 yaitu sebesar Rp 60.090.000,-.

Jadi, perusahaan dapat mengetahui berapa persentase biaya kualitas total terhadap penjualan dan persentase kegagalan total (COPQ) terhadap penjualan.

- o Persentase biaya kualitas total terhadap penjualan

$$\frac{\text{Biaya Kualitas Total}}{\text{Penjualan Total}} \times 100\%$$

$$= \frac{24.190.000,-}{60.090.000,-} \times 100\% = 39,85\%$$

- o Persentase Biaya Kegagalan Total (COPQ) Terhadap Penjualan

$$\frac{\text{Total Biaya Kegagalan}}{\text{Penjualan Total}} \times 100\%$$

$$= \frac{20.030.000,-}{60.090.000,-} \times 100\% = 33,00\%$$

Dari perhitungan diatas diketahui persentase biaya kualitas total terhadap penjualan pada bulan Januari-Februari 2016 yaitu 39,85% dan persentase biaya kegagalan total (COPQ) terhadap penjualan pada bulan Januari-Februari 2016 yaitu 33,00%.

Tabel 4.13. Tabulasi *Cost of Poor Quality* (COPQ) yang dikonverensikan ke dalam nilai *Sigma*

COPQ (<i>Cost of Poor Quality</i>)		
Tingkat Pencapaian <i>Sigma</i>	DPMO (unit)	COPQ
3-sigma	66.807	25-40%
3,703	13.778	33,00%

Sumber: Pengolahan Data (2016)

Dapat disimpulkan, bahwa perusahaan masih perlu melakukan perbaikan mutu agar dapat memperkecil nilai persentase tersebut, karena semakin rendah nilai persentase tersebut maka dapat menunjukkan program peningkatan kualitas *Six Sigma* semakin efektif dan efisien.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

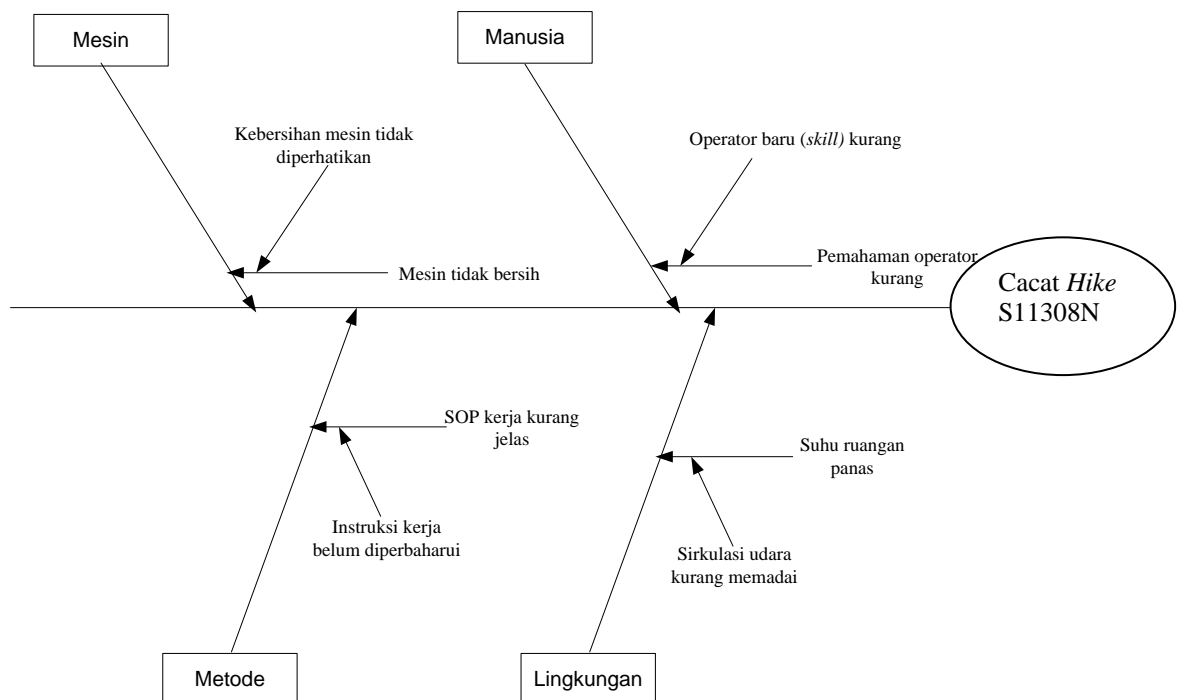
5.1 Tahap *Analyze*

Tahap Analisis merupakan tahap untuk mencari penyebab terjadinya kecacatan. Pada tahap ini akan dicari faktor-faktor apa saja yang menjadi penyebab terjadinya cacat pada komponen *body* kran S11308N. Jenis cacat yang akan dianalisis penyebabnya adalah cacat *hike*, karena merupakan jenis cacat tertinggi jika dibandingkan dengan jenis cacat yang lainnya.

Analisis dilakukan dengan menggunakan diagram sebab akibat (*Cause Effect Diagram*). Berdasarkan informasi yang didapat dari perusahaan dengan menggunakan *brainstorming* (sumbang saran) maka faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya permasalahan pada seksi *casting* sesuai dengan cacat *hike* yaitu sebagai berikut:

1. Cacat *Hike*

Faktor-faktor penyebab cacat *hike* dengan menggunakan diagram sebab akibat ditunjukkan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Diagram Sebab Akibat Cacat *Hike*
Sumber: Analisis Data (2016)

Berikut ini penjelasan dari penyebab-penyebab cacat *hike*

a. Faktor Manusia

Pemahaman operator kurang, karena ini merupakan operator baru (*skill*) operator tersebut kurang.

b. Faktor Mesin

Mesin *moulding* tidak bersih, dikarenakan kebersihan mesin yang tidak diperhatikan oleh operator.

c. Faktor Lingkungan

Suhu ruangan pada area produksi sangat panas. Suhu panas ini disebabkan karena sirkulasi udara pada area produksi kurang memadai.

b. Faktor Metode

Standar Operasional Prosedur (SOP) kurang jelas, SOP kurang jelas ini disebabkan oleh instruktur kerja yang belum diperbaharui oleh pihak manajemen, sehingga memungkinkan operator untuk melakukan kesalahan pada saat bekerja.

5.2 Tahap *Improve*

Berdasarkan hasil analisis faktor penyebab kecacatan yang terjadi dari jenis cacat *hike*, maka dilanjutkan dengan tahap *improve*. Dilakukan dengan penetapan rencana tindakan dengan menggunakan metode 5W+1H, dengan demikian tindakan perbaikan dari masing-masing faktor penyebab cacat dari jenis cacat yang terjadi pada proses *casting body* kran S11308N akan dijelaskan pada tampilan tabel 5W+1H. Setelah didapat usulan perbaikan dari penggunaan metode 5W+1H dilanjutkan dengan penjelasan sosialisasi yang dilakukan sebelum implementasi dan penjelasan penerapan instruksi kerja yang dilakukan sebagai bentuk implementasi.

Berdasarkan hasil analisis diagram sebab akibat yang ditampilkan pada bab sebelumnya telah diketahui beberapa akar masalah dari faktor penyebab cacat pada komponen *body* kran S11308N. Melalui proses diskusi dengan pihak

perusahaan maka didapatkan penjabaran upaya tindakan perbaikan yang ditampilkan pada kolom tindakan dalam tabel 5W+1H. Berikut akan diuraikan metode 5W+1H dari masing-masing penyebab kecacatan. Penggunaan 5W+1H untuk cacat *hike* ditunjukkan pada Tabel 5.1

Tabel 5.1. Penggunaan 5W+1H untuk c acat *Hike*

<i>Input</i>	<i>What</i> (apa masalahnya)?	<i>How</i> (bagaimana tindakannya)?	<i>Why</i> (mengapa dilakukan tindakan tersebut)?	<i>Where</i> (dimana)?	<i>When</i> (kapan)?	<i>Who</i> (siapa)?
Manusia	Operator baru (<i>skill</i>) kurang.	Memberikan pelatihan kerja pada operator baru.	Agar operator lebih terampil dalam bekerja	Lantai produksi <i>casting</i>	Dilakukan pada tanggal 03 Maret 2016	Bpk. Syakur (Ketua Kelompok pada proses <i>casting</i>)
Mesin	Kebersihan mesin <i>moulding</i> tidak diperhatikan.	Melakukan pembersihan mesin secara rutin, sebelum melakukan proses produksi.	Agar mesin dapat digunakan dengan benar	Lantai produksi <i>casting</i>	Dilakukan pada tanggal 08 Maret 2016	Bpk. Syakur (Ketua Kelompok pada proses <i>casting</i>)
Lingkungan	Sirkulasi udara kurang memadai.	Menambahkan sirkulasi udara pada area produksi.	Agar operator nyaman dalam mengerjakan pekerjaan	Lantai produksi <i>casting</i>	Dilakukan pada tanggal 11 Maret 2016	Bpk. Syakur (Ketua Kelompok pada proses <i>casting</i>)
Metode	Instruksi kerja belum diperbaharui.	Memperbaharui instruksi kerja, agar operator dapat memahami pekerjaannya dengan mudah	Agar tidak terjadi kesalahan dan proses kerja dapat lebih terstruktur, sesuai dengan tahapan-tahapannya	Proses <i>casting</i>	Dilakukan pada tanggal 18 Maret 2016	Bpk. Syakur (Ketua Kelompok pada proses <i>casting</i>)

Sumber: Analisis Data (2016)

5.2.1 Usulan Perbaikan

Berikut adalah usulan perbaikan berdasarkan penggunaan 5W+1H pada Tabel 5.1. yaitu sebagai berikut:

1. Usulan Perbaikan Cacat *Hike*
 - a. Memberikan pelatihan kerja pada operator baru, sehingga operator baru dapat bekerja dengan benar.
 - b. Melakukan pembersihan mesin secara rutin sebelum melakukan proses produksi, sehingga proses produksi bisa berjalan dengan lancar (agar tidak ada produk yang cacat).
 - c. Menambahkan sirkulasi udara pada area produksi, sehingga operator tidak merasakan panas saat melakukan pekerjaan.
 - d. Memperbaharui instruksi kerja, agar tidak terjadi kesalahan dan operator dapat bekerja dengan mudah.

5.2.2 Implementasi Perbaikan

Usulan perbaikan yang telah diketahui berdasarkan penggunaan 5W+1H pada Tabel 5.1. dilanjutkan dengan melakukan implementasi tindakan perbaikan pada faktor-faktor yang bias dikendalikan. Tindakan-tindakan yang dijabarkan pada tabel 5W+1H dilakukan untuk mengupayakan penurunan tingkat kecacatan komponen *body* kran S11308N. Berikut adalah tindakan *improve* yang dilakukan sebagai upaya meminimalisir jumlah cacat *body* kran S11308N untuk setiap jenis cacat:

1. Implementasi Perbaikan Untuk Cacat *Hike*, yaitu:
 - a. Memberikan pelatihan kerja pada operator baru.
 - b. Melakukan pembersihan mesin secara rutin sebelum melakukan proses produksi.
 - c. Menambahkan sirkulasi udara pada area produksi
 - d. Memperbaharui instruksi kerja.

5.3 Tahap Control

Pada tahap ini akan dilihat peningkatan yang terjadi setelah usulan perbaikan diimplementasikan untuk mengetahui seberapa jauh peningkatan perusahaan. Pembuatan peta kendali untuk mengetahui apakah proses yang dilakukan telah stabil atau belum, kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai DPMO, tingkat *sigma* serta COPQ setelah dilakukan implementasi.

1. Perhitungan Peta Kendali np Hasil Implementasi

Peta kendali yang digunakan untuk cacat yang ada pada seksi *casting* untuk *body* kran S11308N adalah peta kendali np. Data jumlah sampel dan jumlah cacat yang digunakan untuk membuat peta kendali np adalah data pada bulan Mei-Juni 2016 yaitu setelah implementasi dilakukan. Data terhadap jumlah sampel dan jumlah cacat untuk *body* kran S11308N diuraikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Data Jumlah Sampel, Jumlah Cacat dan Jenis Cacat *Body* Kran S11308N Bulan Mei-Juni 2016

No.	Tanggal	Jumlah Unit Sampel (n)	Jenis Cacat					Jumlah Unit Cacat (np)
			<i>Hole</i> (Unit)	<i>Kizu</i> (Unit)	<i>Ware</i> (Unit)	<i>Hike</i> (Unit)	<i>Gomi</i> (Unit)	
1	02-Mei	300	0	0	1	1	0	2
2	03-Mei	300	0	1	0	2	0	3
3	04-Mei	300	0	0	0	1	0	1
4	05-Mei	300	0	0	1	0	0	1
5	06-Mei	300	0	0	0	1	0	1
6	09-Mei	300	1	0	0	1	0	2
7	10-Mei	300	0	1	0	1	0	2
8	11-Mei	300	0	0	0	3	0	3
9	12-Mei	300	0	0	0	1	0	1
10	16-Mei	300	0	0	0	1	0	1
11	17-Mei	300	0	0	1	1	0	2
12	19-Mei	300	0	0	0	2	0	2
13	20-Mei	300	0	0	0	1	0	1
14	23-Mei	300	0	0	0	2	0	2
15	24-Mei	300	0	1	0	4	0	5
16	25-Mei	300	0	0	1	0	0	1
17	26-Mei	300	0	0	0	2	0	2
18	27-Mei	300	0	0	0	4	0	4
19	30-Mei	300	1	0	0	1	0	2
20	31-Mei	300	0	0	0	2	1	3
21	01-Jun	300	1	0	0	0	0	1

Tabel 5.2. Data Jumlah Sampel, Jumlah Cacat dan Jenis Cacat *Body* Kran S11308N Bulan Mei-Juni 2016 (Lanjutan)

No.	Tanggal	Jumlah Unit Sampel (n)	Jenis Cacat					Jumlah Unit Cacat (np)
			<i>Hole</i> (Unit)	<i>Kizu</i> (Unit)	<i>Ware</i> (Unit)	<i>Hike</i> (Unit)	<i>Gomi</i> (Unit)	
22	02-Jun	300	0	1	0	2	0	3
23	06-Jun	300	0	0	0	3	0	3
24	09-Jun	300	0	0	0	0	1	1
25	13-Jun	300	0	0	1	0	0	1
26	15-Jun	300	0	0	0	2	0	2
27	16-Jun	300	0	0	0	2	0	2
28	20-Jun	300	0	1	0	0	0	1
29	22-Jun	300	1	0	0	0	0	1
30	27-Jun	300	0	0	1	1	0	1
31	29-Jun	300	0	0	0	1	0	1
32	30-Jun	300	0	0	1	0	0	1
Jumlah		$\sum n = 9.600$	3	5	7	42	1	$\sum np = 58$

Sumber: Analisis Data (2016)

Berdasarkan jumlah sampel dan jumlah cacat yang telah diperoleh pada bulan Mei-Juni 2016 diperoleh perhitungan peta kendali np sebagai berikut:

$$\text{Proporsi produk cacat (sampel Pertama)} = \frac{np}{n}$$

$$p = \frac{2 \text{ unit}}{300 \text{ unit}} = 0,007$$

Sampel ke 2 sampai ke 32 dilakukan perhitungan dengan rumus yang sama. Garis Pusatnya adalah:

$$\begin{aligned} \bar{p} &= \frac{\sum np}{\sum n} \\ &= \frac{58 \text{ unit}}{9.600 \text{ unit}} = 0,006 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CL &= n \times \bar{p} \\ &= 300 \times 0,006 \\ &= 1,8 \end{aligned}$$

Batas pengendali atas dan batas pengendali bawahnya adalah:

$$\begin{aligned} UCL &= CL + 3 \sqrt{(CL (1 - \bar{p}))} \\ &= 1,8 + 3 \sqrt{(1,8 (1 - 0,006))} \\ &= 5,813 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
LCL &= CL - 3\sqrt{CL(1 - \bar{p})} \\
&= 1,8 - 3\sqrt{1,8(1 - 0,006)} \\
&= - 2,213
\end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan mengenai Peta Kendali np setelah perbaikan ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali np (setelah perbaikan)

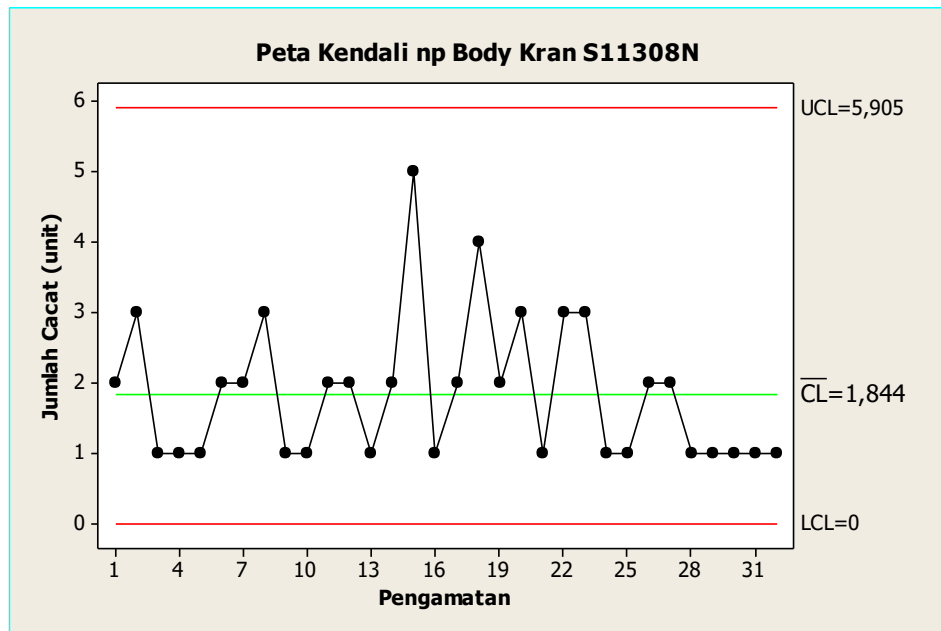
No.	Tanggal	Jumlah Unit Sampel (n)	Jumlah Unit Cacat (np)	Fraksi Cacat (p)	CL	UCL	LCL
1	02-Mei	300	2	0,007	1,844	5,905	0
2	03-Mei	300	3	0,010	1,844	5,905	0
3	04-Mei	300	1	0,003	1,844	5,905	0
4	05-Mei	300	1	0,003	1,844	5,905	0
5	06-Mei	300	1	0,003	1,844	5,905	0
6	09-Mei	300	2	0,007	1,844	5,905	0
7	10-Mei	300	2	0,007	1,844	5,905	0
8	11-Mei	300	3	0,010	1,844	5,905	0
9	12-Mei	300	1	0,003	1,844	5,905	0
10	16-Mei	300	1	0,003	1,844	5,905	0
11	17-Mei	300	2	0,007	1,844	5,905	0
12	19-Mei	300	2	0,007	1,844	5,905	0
13	20-Mei	300	1	0,003	1,844	5,905	0
14	23-Mei	300	2	0,007	1,844	5,905	0
15	24-Mei	300	5	0,017	1,844	5,905	0
16	25-Mei	300	1	0,003	1,844	5,905	0
17	26-Mei	300	2	0,007	1,844	5,905	0
18	27-Mei	300	4	0,013	1,844	5,905	0
19	30-Mei	300	2	0,007	1,844	5,905	0
20	31-Mei	300	3	0,010	1,844	5,905	0
21	01-Jun	300	1	0,003	1,844	5,905	0
22	02-Jun	300	3	0,010	1,844	5,905	0
23	06-Jun	300	3	0,010	1,844	5,905	0
24	09-Jun	300	1	0,003	1,844	5,905	0
25	13-Jun	300	1	0,003	1,844	5,905	0
26	15-Jun	300	2	0,007	1,844	5,905	0
27	16-Jun	300	2	0,007	1,844	5,905	0
28	20-Jun	300	1	0,003	1,844	5,905	0

Tabel 5.3. Rekapitulasi Perhitungan Peta Kendali np (setelah perbaikan) (Lanjutan)

No.	Tanggal	Jumlah Unit Sampel (n)	Jumlah Unit Cacat (np)	Fraksi Cacat (p)	CL	UCL	LCL
28	20-Jun	300	1	0,003	1,844	5,905	0
29	22-Jun	300	1	0,003	1,844	5,905	0
30	27-Jun	300	1	0,003	1,844	5,905	0
31	29-Jun	300	1	0,003	1,844	5,905	0
32	30-Jun	300	1	0,003	1,844	5,905	0
Total		$\sum n = 9.600$	$\sum np = 58$	$\bar{p} = 0,006042$			

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan perhitungan peta kendali np yang sudah dilakukan, maka dapat dibuat peta kendali kualitas atribut np baru yang memetakan keadaan proses dari proses *casting* setelah perbaikan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2. Peta Kendali np *Body* Kran S11308N

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan peta kendali np yang digambarkan, diketahui bahwa semua data berada dalam batas kendali (*in statistical control*), sehingga tidak perlu diadakan revisi terhadap data yang dikumpulkan.

2. Perhitungan *Defect Per Million Opportunities* (DPMO), Tingkat *Sigma* dan COPQ Setelah Implementasi

Berikut ini langkah-langkah perhitungan DPMO, level *Sigma* dan COPQ *body* kran S11308N pada seksi *casting* setelah implementasi:

- a. Banyaknya Unit yang Diperiksa (U)

Jumlah sampel *body* kran S11308N pada bulan Mei-Juni 2016 yaitu sebanyak 9.600 unit.

- b. *Opportunities* (OP)

Karakteristik yang kritis bagi kualitas yang berpotensi untuk menjadi cacat terdapat 1 karakteristik kualitas (CTQ) yaitu *hike*.

- c. Banyaknya Unit yang Cacat/*Defect* (D)

Jumlah produk cacat *body* kran S11308N pada bulan Mei-Juni 2016 yaitu sebanyak 58 unit.

- d. *Defect Per Unit* (DPU)

$$DPU = \frac{\text{Defect}}{\text{Unit}} = \frac{58}{9.600} = 0,006$$

- e. *Total Opportunities* (TOP)

$$TOP = U \times OP = 9.600 \times 1 = 9.600$$

- f. *Defect Per Opportunities* (DPO)

$$DPO = \frac{D}{TOP} = \frac{58}{9.600} = 0,00604$$

- g. *Defect Per Million Opportunities* (DPMO)

$$DPMO = DPO \times 1.000.000$$

$$DPMO = 0,00604 \times 1.000.000$$

$$DPMO = 6.040 \text{ Unit}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada *body* kran S11308N adalah 6.040 unit.

- h. Level *Sigma*

Tingkat *sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel konversi DPMO ke nilai *sigma* berdasarkan konsep Motorola yang ada pada Lampiran. Pada tabel konversi DPMO diketahui bahwa DPMO sebesar 6.040 unit berada pada nilai *sigma* 4,00-4,01. Untuk mengetahui nilai *sigma* yang tepat dilakukan dengan cara interpolasi. Level *sigma* 4,00 dengan nilai DPMO sebesar 6.210 unit dan pada tingkat *sigma* 4,01 nilai DPMO sebesar

6.037 unit.

$$\frac{6.210-6.040}{6.040-6.037} = \frac{4,00 - x}{x - 4,01}$$

$$\frac{170}{3} = \frac{4,00 - x}{x - 4,01}$$

$$170(x - 4,01) = 3(4,00 - x)$$

$$170x - 681,7 = 12 - 3x$$

$$170x + 3x = 681,7 + 12$$

$$173x = 693,7$$

$$x = \frac{693,7}{173}$$

$$x = 4,009$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan level *sigma* setelah implementasi sebesar 4,009. Level ini masih jauh dari nilai yang dianggap ideal yakni 6 *sigma*. Oleh sebab itu, diperlukan langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas produk sehingga level *sigma* dapat meningkat.

i. *Cost of Poor Quality*

Berikut adalah Tabel 5.4. data biaya kualitas pada bulan Mei-Juni 2016.

Tabel 5.4. Data Biaya Kualitas Pada Bulan Mei-Juni 2016

No.	Kategori Biaya Kualitas	Biaya yang harus dikeluarkan (Rp)
1	Biaya Pencegahan	510.150,-
2	Biaya Penilaian	1.181.500,-
3	Biaya Kegagalan <i>Internal & Eksternal</i>	10.763.000,-
Total Biaya Kualitas		12.454.650,-

Sumber: PT Surya Toto Indonesia, Tbk (2016)

Adapun, diketahui total penjualan produk (*body kran S11308N*) pada bulan Mei-Juni 2016 yaitu sebesar Rp 70.894.000,-.

Jadi, perusahaan dapat mengetahui berapa persentase biaya kualitas total terhadap penjualan dan persentase kegagalan total (COPQ) terhadap penjualan.

- Persentase biaya kualitas total terhadap penjualan

$$\frac{\text{Biaya Kualitas Total}}{\text{Penjualan Total}} \times 100\%$$

$$= \frac{12.454.650}{70.894.000} \times 100\% = 17,58\%$$

- Persentase Biaya Kegagalan Total (COPQ) Terhadap Penjualan

$$\frac{\text{Total Biaya Kegagalan}}{\text{Penjualan Total}} \times 100\%$$

$$= \frac{10.763.000}{70.894.000} \times 100\% = 15,18\%$$

Dari perhitungan diatas diketahui persentase biaya kualitas total terhadap penjualan pada bulan Mei-Juni 2016 yaitu 17,58% dan persentase biaya kegagalan total (COPQ) terhadap penjualan pada bulan Mei-Juni 2016 yaitu 15,18%.

Tabel 5.5. Tabulasi *Cost of Poor Quality* (COPQ) yang dikonverensikan ke dalam nilai *Sigma*

COPQ (<i>Cost of Poor Quality</i>)		
Tingkat Pencapaian <i>Sigma</i>	DPMO	COPQ
4- <i>sigma</i>	6.210 unit	15-25%
4,009	6.040 unit	15,18%

Sumber: Pengolahan Data (2016)

Dapat disimpulkan, bahwa perusahaan masih perlu melakukan perbaikan mutu agar dapat memperkecil nilai persentase tersebut, karena semakin rendah nilai persentase tersebut maka dapat menunjukkan program peningkatan kualitas *Six Sigma* semakin efektif dan efisien.

3. Hasil Perbandingan DPMO, Tingkat *Sigma* dan *Cost of Poor Quality* (COPQ) Sebelum dan Setelah Implementasi

Perbandingan DPMO, tingkat *sigma* dan *Cost of Poor Quality* (COPQ) dilakukan untuk mengetahui seberapa besar tingkat perubahan yang terjadi setelah usulan perbaikan di implementasikan. Berikut perbandingan DPMO jumlah produk cacat pada seksi *casting* untuk *body* kran S11308N yang ditampilkan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Penurunan Nilai DPMO

Keterangan	Sebelum	Sesudah	Persentasi
------------	---------	---------	------------

	Implementasi	Implementasi	Penurunan
DPMO	13.778 unit	6.040 unit	128,11%

Sumber: Pengolahan Data (2016)

Dari Tabel 5.6. dapat dilihat bahwa nilai DPMO sesudah implementasi sebesar 6.040 unit. Nilai DPMO sebesar 6.040 unit mengartikan akan adanya peluang cacat sebesar 6.040 unit untuk satu juta kesempatan produksi. Nilai DPMO antara sesudah dan sebelum implementasi perbaikan pada proses *casting body* kran S11308N mengalami penurunan sebesar 128,11%. Hal ini berarti tujuan untuk mengurangi jumlah cacat dapat terealisasi. Tetapi masih diperlukan peningkatan lagi agar nilai DPMO dapat menjadi lebih baik di masa yang akan datang. Penurunan nilai DPMO berpengaruh pada peningkatan level *sigma*. Peningkatan level *sigma* sebesar 8,26% mengartikan bahwa kinerja proses *casting* mengalami peningkatan. Kenaikan peningkatan level *sigma* bisa dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7. Peningkatan Level *Sigma*

Keterangan	Sebelum Implementasi	Sesudah Implementasi	Persentase Peningkatan
Level <i>Sigma</i>	3,703	4,009	8,26%

Sumber: Pengolahan Data (2016)

Berikut perbandingan persentase biaya kegagalan total (COPQ) terhadap penjualan pada seksi *casting* untuk *body* kran S11308N bulan Mei-Juni 2016 yang ditampilkan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8. Penurunan Persentase COPQ Terhadap Penjualan

Keterangan	Sebelum Implementasi	Sesudah Implementasi	Persentase Penurunan
COPQ terhadap Penjualan	33,00%	15,18%	117,39%

Sumber: Pengolahan Data (2016)

Setelah dilakukan implementasi, persentase biaya kegagalan (COPQ) terhadap penjualan dapat menurun. Dari 33,00% (sebelum implementasi) menjadi 15,18% (sesudah implementasi). Selisihnya yaitu sebesar 17,82%. Dengan menurunnya persentase biaya kegagalan (COPQ) terhadap penjualan ini, maka perusahaan

sudah dapat memperoleh keuntungan, akan tetapi perusahaan masih perlu melakukan langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas produk sehingga persentase biaya kualitas akibat kualitas yang rendah (COPQ) dapat menurun kembali.

Berikut tabulasi perbandingan nilai DPMO dan tingkat *Sigma*, serta % COPQ terhadap penjualan pada seksi *casting* untuk *body* kran S11308N yang ditampilkan pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Perbandingan Nilai DPMO, Tingkat *Sigma* serta COPQ Sebelum dan Sesudah Implementasi

	Nilai		Selisih	Persentase (%)	Keterangan
	Sebelum Implementasi	Sesudah Implementasi			
DPMO	13.778 unit	6.040 unit	7.738 unit	128,11	Turun
Tingkat <i>Sigma</i>	3,703	4,009	0,306	8,26	Naik
COPQ terhadap Penjualan	33,00%	15,18%	17,82%	117,39	Turun

Sumber: Pengolahan Data (2016)

Berdasarkan Tabel. 5.9. diketahui bahwa DPMO mengalami penurunan setelah perbaikan dilakukan. Besarnya penurunan DPMO setelah dilakukan perbaikan yaitu 7.738 unit atau cacat menurun sebesar 128,11%. Dan level *sigma* mengalami peningkatan setelah dilakukan perbaikan. Besarnya peningkatan level *sigma* setelah dilakukan perbaikan yaitu 4,009 atau level *sigma* meningkat sebesar 8,26%. Serta COPQ mengalami penurunan setelah perbaikan dilakukan. Besarnya penurunan COPQ setelah dilakukan perbaikan yaitu 15,18% atau COPQ menurun sebesar 117,39%.

Berikut Tabel 5.10. hubungan antara tingkat Kapabilitas *Sigma* dan persentase biaya kegagalan total (COPQ) terhadap nilai Penjualan.

Tabel 5.10. Hubungan antara Tingkat Kapabilitas *Sigma* dan Persentase Biaya Kegagalan Total (COPQ) terhadap Nilai Penjualan

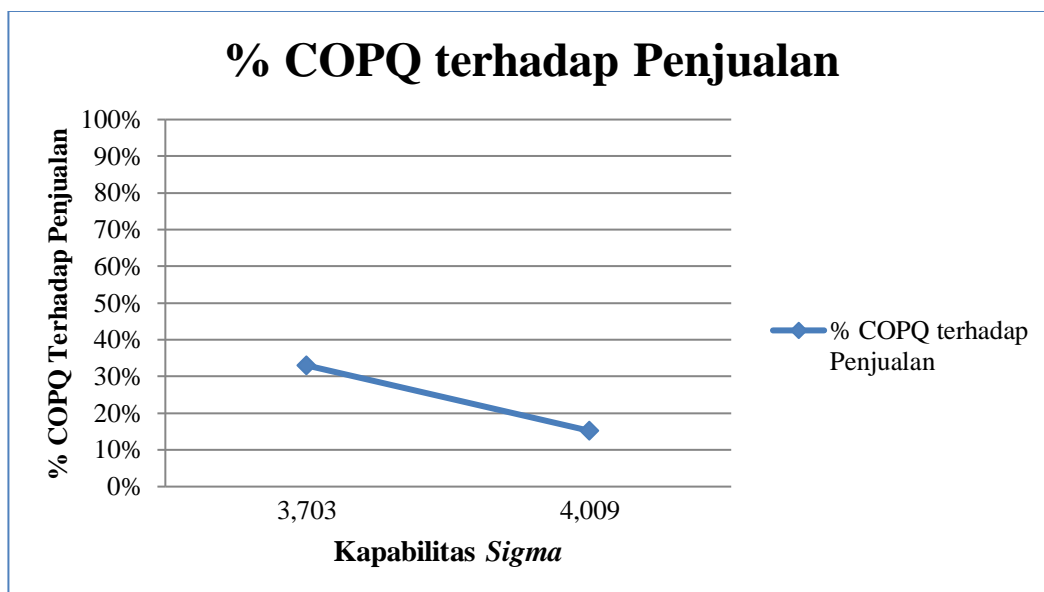
Keterangan	Sebelum Implementasi	Sesudah Implementasi
Tingkat Pencapaian <i>Sigma</i>	3,703	4,009

% COPQ terhadap Penjualan	33,00	15,18
---------------------------	-------	-------

Sumber: Pengolahan Data (2016)

Hubungan tingkat Kapabilitas *Sigma* dan persentase biaya kegagalan total (COPQ) terhadap nilai penjualan ditunjukkan dalam Gambar 5.3.

Gambar 5.3. Hubungan Tingkat Kapabilitas *Sigma* dan Persentase Biaya Kegagalan Total (COPQ) Terhadap Nilai Penjualan



Gambar 5.3. Hubungan Tingkat Kapabilitas *Sigma* dan Persentase Biaya Kegagalan Total (COPQ) Terhadap Nilai Penjualan

Sumber: Analisis Data (2016)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengolahan data dan analisis adalah sebagai berikut:

1. Jenis-jenis cacat pada komponen *body* kran S11308N adalah *hole*, *kizu*, *ware*, *hike*, dan *gomi*. Jenis cacat yang dianalisis faktor-faktor penyebabnya adalah cacat *hike* (cacat dominan), berikut faktor-faktor penyebab cacat *hike* adalah pemahaman operator kurang (karena operator baru (*skill*) kurang), mesin *moulding* tidak bersih (karena kebersihan mesin tidak diperhatikan oleh operator), suhu ruangan panas (karena sirkulasi udara yang kurang memadai pada area produksi), dan SOP kurang jelas (karena instruksi kerja belum diperbaharui).
2. Tindakan perbaikan kualitas untuk mengurangi produk cacat pada proses *casting* komponen *body* kran S11308N yaitu sebagai berikut:
 - a. Memberikan pelatihan kerja pada operator baru, sehingga operator baru dapat bekerja dengan benar.
 - b. Melakukan pembersihan mesin secara rutin sebelum melakukan proses produksi, sehingga proses produksi bisa berjalan dengan lancar (agar tidak ada produk yang cacat).
 - c. Menambahkan sirkulasi udara pada area produksi, sehingga operator tidak merasakan panas saat melakukan pekerjaan.
 - d. Memperbaharui instruksi kerja, agar tidak terjadi kesalahan dan operator dapat bekerja dengan mudah.
3. Hasil perhitungannya sebagai berikut:
 - Nilai DPMO sebelum implementasi adalah sebesar 13.778 unit, sedangkan nilai DPMO sesudah implementasi adalah sebesar 6.040 unit atau mengalami penurunan sebesar 128,11%. Penurunan nilai DPMO mengartikan bahwa tujuan untuk mengurangi jumlah cacat dapat terealisasi.

- Perbandingan Level *Sigma* setelah dilakukan tindakan perbaikan mengalami peningkatan dari 3,703 (sebelum implementasi) menjadi 4,009 (setelah implementasi) atau mengalami kenaikan sebesar 8,26%. Peningkatan level *Sigma* mengartikan bahwa kinerja proses *casting* mengalami peningkatan.
- Presentase biaya kegagalan total (COPQ) terhadap penjualan sebelum implementasi adalah sebesar 33,00%, sedangkan Presentase biaya kegagalan total (COPQ) terhadap penjualan sesudah implementasi adalah sebesar 15,18%. Penurunan persentase COPQ sebesar 117,39% mengartikan bahwa tujuan untuk mengurangi persentase biaya kualitas akibat kualitas yang rendah dapat terealisasi.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil kesimpulan saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada proses pembuatan komponen *body* kran S11308N masih terdapat penyebab cacat dominan, diharapkan pihak manajemen selalu mengadakan pengendalian kualitas secara terus-menerus agar dapat memantau proses produksi yang sedang berjalan, sehingga dapat mengetahui secara dini permasalahan yang timbul terutama pada permasalahan cacat yang ada.
2. Pihak manajemen yang bertanggung jawab dalam hal bagian-bagian tertentu untuk memberikan pelatihan kerja pada operator baru, sehingga operator baru dapat bekerja dengan benar. Melakukan pembersihan mesin secara rutin sebelum melakukan proses produksi, sehingga proses produksi bisa berjalan dengan lancar. Sirkulasi udara pada area produksi ditambahkan, agar operator tidak merasakan panas pada saat bekerja. Serta memperbaharui instruksi kerja, agar tidak terjadi kesalahan dan operator dapat bekerja dengan mudah.
3. Kemampuan hasil kinerja proses *body* kran S11308N sudah mengalami peningkatan setelah dilakukan tindak perbaikan. Akan tetapi, kegiatan pengendalian kualitas dengan menggunakan metode DMAIC harus terus

dilakukan oleh pihak manajemen secara berkelanjutan agar kualitas produk menjadi lebih baik dan perusahaan dapat mencapai *zero defect* (kegagalan nol).

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D. 2003. *Manajemen Kuaitas Pendekatan Sisi Kualitatif*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Ariani, D. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas)*. *Pengendalian Kualitas Statistik*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Assauri, S. 1999. *Manajemen Produksi dan Operasi*, Edisi Revisi. Jakarta: LPFEUI.
- Eddy, H. 2008. *Manajemen Operasi*, Edisi 3 Revisi. Jakarta: PT Grasindo Anggota Ikapi.
- Evan, J. R. dan Lindsay, W. M. 2007. *Pengantar Six Sigma (An Introduction to Six Sigma and Process Improvement)*. Jakarta: Salemba Empat.
- Feigenbaum, A. V, 1996. *Kendali Mutu Terpadu*, Edisi 3, Jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Gaspersz, V. 1998. *Statistical Process Control: Penerapan Teknik-Teknik Statistikal Dalam Manajemen Bisnis Total*. Edisi 1. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, V. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HCCP*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hidayat, A. 2007. *Strategi Six Sigma*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo. Kelompok Gramedia.
- Nasution, M. N. 2001. *Manajemen Mutu Terpadu (Total Quality Management)*. Edisi 1. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Pande, P.S., Neuman, Robert P., dan Cavanagh, Ronal R. 2002. *The Six Sigma Way—Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Edisi Bahasa Indonesia. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Pyzdek, T. 2002. *The Six Sigma Handbook Panduan Lengkap untuk Greenbelts, Blackbelts dan Manajemen Pada Semua Tingkat (Edisi Pertama)*. Jakarta: Salemba Empat.
- Riduan. 2010. *Metode dan Teknik Menyusun Tesis*. Bandung: ALFABETA
- Syukron, A & Kholil, M. 2013. *Six Sigma Quality for Business Improvement*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wignjosoebroto, S. 2006. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Surabaya: Guna Widya.

LAMPIRAN

Konversi DPMO ke Nilai *Sigma* Berdasarkan Konsep Motorola

Nilai <i>Sigma</i>	DPMO	Nilai <i>Sigma</i>	DPMO	Nilai <i>Sigma</i>	DPMO	Nilai <i>Sigma</i>	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

Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola (Lanjutan)

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	16.262
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	22.215	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: Gaspersz, 2002)