

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PEMBUATAN
CASTING PART CAP M/C KEVA DENGAN PENDEKATAN
SIX SIGMA BEDASARKAN NILAI *COST OF POOR QUALITY*
(Studi kasus: PT. Chemco Harapan Nusantara Cikarang)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1

Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri



Nama : Rhama Satria Anggara

No. Mahasiswa : 12 522 007

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2016

PERNYATAAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, November 2016



Rhama Satria Anggara

NIM: 12522007

KETERANGAN SELESAI PENELITIAN



PT. CHEMCO HARAPAN NUSANTARA

Manufacturer of Automotive Brake System, Aluminium Casting Parts and, Casting Wheels

SURAT KETERANGAN

No. : 016 / P&GA / PKL / IX / 2016

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa :

Nama : RHAMA Satria Anggara
 N. I. S. P : 160923121
 Sekolah / Universitas : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 Jurusan : TEKNIK INDUSTRI
 Departement : CASTING

Adalah benar mahasiswa yang melakukan penelitian di PT. Chemco Harapan Nusantara sejak tanggal 29 Agustus 2016

Siswa tersebut di atas telah menyelesaikan penelitiannya, sehingga terhitung mulai tanggal 28 September 2016 yang bersangkutan menyelesaikan kewajibannya di perusahaan.

Kemudian atas kontribusinya selama melakukan penelitian, perusahaan mengucapkan terima kasih.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan dengan semestinya.

Bekasi, 28 September 2016

PT. Chemco Harapan Nusantara


Ag. Tejo Hermanto
 Personnel & GA Dept.

Cc : 1. Pimpinan Dept / Kasie ybs
 2. Arsip.



HEAD OFFICE & CIKARANG PLANT
 KAWASAN INDUSTRI JABABEKA
 Jl. Jababeka Raya Blok F No. 19-28,
 Cikarang - Bekasi, Jawa Barat
 Telp. : (021) 8934253, 8934254, 8934255
 8935261 (Hunting) Fax. : (021) 8934256

KARAWANG PLANT
 KAWASAN INDUSTRI MITRA KARAWANG
 Jl. Mitra II Kav. E 7 - 12
 Karawang, Jawa Barat
 Telp. : (0267) 440674 / 75 / 76
 Fax. : (0267) 440671



Certificate No. 01 104 086528

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PEMBUATAN *CASTING PART*
CAP M/C KEVA DENGAN PENDEKATAN *SIX SIGMA* BEDASARKAN NILAI
*COST OF POOR QUALITY***

(Studi kasus: PT. Chemco Harapan Nusantara Cikarang)

TUGAS AKHIR

ISLAM

UNIVERSITAS

INDONESIA

Oleh :

Nama : Rhama Satria Anggara

NIM : 12 522 007

Yogyakarta, November 2016

Pembimbing



(M. Ibnu Mastur, Drs., MSIE)

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PEMBUATAN *CASTING PART* CAP M/C KEVA DENGAN PENDEKATAN *SIX SIGMA* BEDASARKAN NILAI *COST OF POOR QUALITY*

(Studi kasus: PT. Chemco Harapan Nusantara Cikarang)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh

Nama : Rhama Satria Anggara

NIM : 12 522 007

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, November 2016

Tim Penguji

M. Ibnu Mastur, Drs., MSIE

Ketua

Ali Parkhan, Ir., M.T.

Dosen Penguji I

Ir. Hartomo, M.Sc., PhD

Dosen Penguji II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin

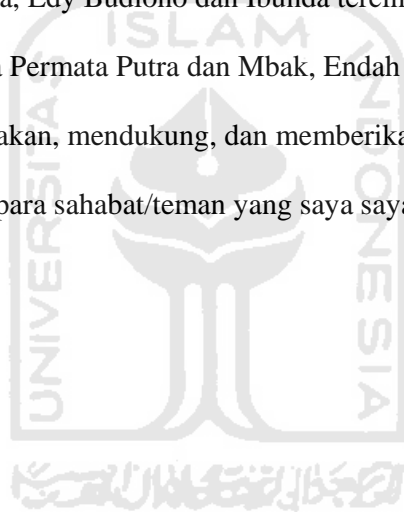
Puji syukur kupanjatkan kehadiran Allah SWT yang maha atas segalanya, yang selalu melapangkan jalan di saat aku menemukan kesulitan dalam hidup, yang selalu memberikan pertolongan, dan rezeki hingga detik ini.

Tugas Akhir (TA) ini saya persembahkan kepada,

Ayahanda tercinta, Edy Budiono dan Ibunda tercinta, Srie Hastuti,

Mas, Chrishna Permata Putra dan Mbak, Endah Satria Dewi,
yang selalu mendoakan, mendukung, dan memberikan semangat saya.

Serta para sahabat/teman yang saya sayangi.



MOTTO

وَاتَّقُوا اللَّهَ وَيُعَلِّمُكُمُ اللَّهُ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٢٨٢﴾

“Bertakwalah pada Allah maka Allah akan mengajarimu. Sesungguhnya Allah Maha Mengetahui segala sesuatu.” (Q.S Al-Baqarah: 282)



KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr.Wb

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (TA) ini. Shalawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada baginda besar Nabi Muhammad SAW.

Penulisan tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam jenjang perkuliahan Strata I Universitas Islam Indonesia. Adapun judul dari tugas akhir ini adalah “Analisis Pengendalian Kualitas Pembuatan *Casting Part Cap M/C KEVA* Dengan Pendekatan *Six Sigma* Berdasarkan Nilai *Cost Of Poor Quality*” dengan studi kasus di PT. Chemco Harapan Nusantara Cikarang.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis berupaya semaksimal mungkin untuk memberikan yang terbaik, namun penulis menyadari tentunya masih banyak kekurangan yang terdapat di dalam tugas akhir ini dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun untuk dapat memperbaiki segala kekurangannya.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya atas bantuan, motivasi, didikan dan bimbingan yang diberikan kepada penulis selama ini, antara lain kepada:

1. Bapak Dr. Imam Djati Widodo, M.Eng, Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, S.T, M.Eng selaku Ketua Prodi Program Studi yang tiada hentinya.
3. Bapak M. Ibnu Mastur, Drs, MSIE selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan bantuannya dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Pimpinan di perusahaan PT. Chemco Harapan Nusantara Cikarang yang menjadi tempat studi kasus penelitian.
5. Orang Tua dan keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi selama proses pengerjaan tugas akhir hingga dapat diselesaikan dengan baik.
6. Dan semua pihak yang terkait, yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga kebaikan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis menjadi amal sholeh yang senantiasa mendapat ridho Allah SWT. Sehingga tugas akhir ini nantinya dapat bermanfaat.

Yogyakarta, November 2016

Rhama Satria Anggara



ABSTRAK

PT. Chemco Harapan Nusantara merupakan industri manufaktur yang memproduksi *casting part* Cap M/C KEVA. Dalam persaingan bisnis yang dihadapi saat ini, menuntut perusahaan tersebut untuk terus berusaha memberikan kualitas produk yang terbaik bagi konsumennya karena kepuasan konsumen merupakan hal yang penting untuk meningkatkan nilai perusahaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan *six sigma*. Hasil Penelitian ini menunjukkan nilai DPMO dari variabel panjang body Cap M/C KEVA sebesar 92540,587 sedangkan nilai kapabilitas *sigma* yang diperoleh sebesar 2,82527 *sigma*. Nilai DPMO dari variabel lebar body Cap M/C KEVA sebesar 92297,296 sedangkan nilai kapabilitas *sigma* yang diperoleh sebesar 2,82674 *sigma*. Nilai DPMO dari variabel tebal body Cap M/C KEVA sebesar 78530,200 sedangkan nilai kapabilitas *sigma* yang diperoleh sebesar 2,91503 *sigma*. Nilai DPMO dari data atribut sebesar 20170,85. sedangkan nilai kapabilitas *sigma* yang diperoleh sebesar 3,55023. Hasil dari stabilitas proses rata-rata menunjukkan panjang body Cap M/C KEVA tidak stabil, lebar body Cap M/C KEVA tidak stabil, dan tebal body Cap M/C KEVA stabil. Sedangkan kapabilitas prosesnya baik panjang body, lebar body maupun tebal body menunjukkan hasil yang tidak mampu atau tidak *capable* karena $C_{pm} < 1$. *Cost Of Poor Quality* diperoleh 5,85% tingkat kapabilitas *sigma* terdapat pada kategori 5 *sigma* dari penjualan berarti masuk dalam kategori rata-rata industry jepang. Berdasarkan *fishbone* diagram, penyebab cacat pada Cap M/C KEVA Solusi yang dapat diberikan pada penelitian ini untuk perusahaan adalah dari faktor manusia adalah memberikan *reward* dan *punishment* terhadap operator yang mengabaikan *standard operating procedure* agar kinerja yang dilakukan maksimal dan konsentrasi yang baik dalam bekerja. Dari segi faktor mesin adalah sering mengecek *spray* auto berjalan dengan baik atau tidak setiap kegiatan proses sesudah dan sebelum injeksi. Selain itu juga selalu mengecek kebersihan mesin setiap saat supaya mesin terawat agar bisa memberikan performa yang terbaik.

Kata kunci: *Six sigma*, Cap M/C KEVA, DPMO, Nilai Kapabilitas *Sigma*.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
KETERANGAN SELESAI PENELITIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Induktif.....	7
2.2 Kajian Deduktif.....	9
2.2.1 Pengertian Kualitas	9
2.2.2 Pengendalian Kualitas	10
2.2.3 <i>Six Sigma</i>	10

2.2.4	Metodologi <i>Six Sigma</i>	14
2.2.4.1	<i>Define</i>	14
2.2.4.2	<i>Measure</i>	15
2.2.4.3	<i>Analyze</i>	15
2.2.4.4	<i>Improve</i>	15
2.2.4.5	<i>Control</i>	16
2.2.5	Tools <i>Six Sigma</i>	16
2.2.5.1	CTQ (<i>Critical to Quality</i>)	16
2.2.5.2	Diagram SIPOC	17
2.2.5.3	Pareto Diagram	18
2.2.5.4	<i>Fishbone</i> Diagram	18
2.2.5.5	<i>Control Chart</i>	19
2.2.5.6	Analisis DPMO	23
2.2.5.7	Stabilitas Proses	26
2.2.5.8	Kapabilitas Proses	27
2.2.5.9	Analisis FMEA	29
2.2.5.10	Analisis 5W+2H	31
2.2.6	<i>Cost of Poor Quality</i>	32
BAB III METODE PENELITIAN		34
3.1	Lokasi Penelitian	34
3.2	Objek Penelitian	34
3.3	Sumber Data	34
3.4	Metode Pengumpulan Data	35
3.5	Pengolahan Data	36
3.6	Analisa Data	44
3.7	Kesimpulan dan Saran	44
3.8	Tahap Proses Penelitian	45
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		46
4.1	Pengumpulan Data	46

4.1.1	Data Umum Perusahaan	46
4.1.1.1	Sejarah Umum Perusahaan	46
4.1.1.2	Visi dan Misi Perusahaan	47
4.1.1.3	Proses Produksi.....	48
4.1.2	Data Produksi	53
4.1.3	Data Variabel.....	54
4.1.4	Data Atribut.....	58
4.2	Pengolahan Data	59
4.2.1	Tahap <i>Define</i>	59
4.2.1.1	Diagram SIPOC	60
4.2.2	Tahap <i>Measure</i>	62
4.2.2.1	<i>Critical To Quality</i> (CTQ)	62
4.2.2.2	Perhitungan Biaya Kegagalan Kualitas (COPQ).....	63
4.2.2.3	Pengukuran Pada Tingkat Proses dan <i>Output</i>	65
4.2.2.3.1	Data Variabel.....	65
4.2.2.3.2	Data Variabel.....	83
BAB V PEMBAHASAN.....		89
5.1	Tahap <i>Define</i>	89
5.2	Tahap <i>Measure</i>	90
5.2.1	Menentukan <i>Critical To Quality</i> (CTQ)	90
5.2.2	Perhitungan Biaya Kegagalan Kualitas (<i>Cost Of Poor Quality</i>).....	90
5.2.3	Pengukuran Pada Tingkat Proses dan <i>Output</i> Data Variabel	91
5.2.4	Pengukuran Pada Tingkat Proses dan <i>Output</i> Data Atribut	92
5.3	Tahap <i>Analyze</i>	93
5.3.1	Menentukan Stabilitas Proses dan Kapabilitas Proses	93
5.3.2	Analisis Stabilitas Proses	99
5.3.3	Analisis Kapabilitas Proses	103
5.3.4	Analisis Sistem Industri Sepanjang Siklus Hidup Proses Industri.....	104

5.3.5 Analisis <i>Fishbone</i> Diagram.....	105
5.3.6 Analisis FMEA.....	113
5.4 Tahap <i>Improve</i>	117
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	119
6.1 Kesimpulan	119
6.2 Saran	120

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan <i>True</i> 6-sigma Dengan Motorola 6-sigma	13
Tabel 2.2	Cara Memperkirakan Kapabilitas Proses Data Atribut.....	23
Tabel 2.3	Cara Memperkirakan Kapabilitas Proses Data Variabel	25
Tabel 2.4	Analisis 5W + 1H	31
Tabel 2.5	Pencapaian Sigma Level, DPMO dan COPQ.....	32
Tabel 4.1	Data Produksi Cap M/C KEVA.....	53
Tabel 4.2	Data Variabel Panjang Body Cap M/C KEVA.....	54
Tabel 4.3	Data Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA	55
Tabel 4.4	Data Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA	56
Tabel 4.5	Jumlah Jenis Cacat Part Cap M/C KEVA	58
Tabel 4.6	Data Atribut Cap M/C KEVA	58
Tabel 4.7	Presentase Part Not Good Cap M/C KEVA Berdasarkan Karakteristik	62
Tabel 4.8	Daftar Biaya Kegagalan Kualitas Tiap Proses.....	63
Tabel 4.9	Daftar Biaya <i>Rework</i> Produk Tiap <i>Defect</i>	64
Tabel 4.10	Biaya Kualitas Produk Part Cap M/C KEVA.....	64
Tabel 4.11	Pengolahan Data untuk Variabel Panjang Body Cap M/C KEVA.....	65
Tabel 4.12	DPMO dan Nilai Sigma Variabel Panjang Cap M/C KEVA	67
Tabel 4.13	DPMO dan Kapabilitas Nilai Sigma Variabel Panjang Cap M/C KEVA ..	69
Tabel 4.14	Pengolahan Data untuk Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA	71
Tabel 4.15	DPMO dan Nilai Sigma Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA	73
Tabel 4.16	DPMO dan Kapabilitas Nilai Sigma Variabel Lebar Cap M/C KEVA.....	75
Tabel 4.17	Pengolahan Data untuk Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA.....	77
Tabel 4.18	DPMO dan Nilai Sigma Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA	79
Tabel 4.19	DPMO dan Kapabilitas Nilai Sigma Variabel Tebal Cap M/C KEVA.....	81
Tabel 4.20	Perhitungan DPMO dan Kapabilitas Nilai Sigma Data Atribut	83
Tabel 4.21	Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma Data Atribut	85
Tabel 4.22	Peta Pengendali P Data Atribut	86

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Kapabilitas Proses	103
Tabel 5.2 Kesimpulan Hasil Stabilitas dan Kapabilitas Data Variabel	105
Tabel 5.3 FMEA Cap M/C KEVA Kerut	114
Tabel 5.4 Rekapitulasi skor RPN dari FMEA	116



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konsep <i>Six sigma</i> Motorola Distribusi Normal Bergeser 1,5 Sigma	12
Gambar 2.2	Contoh CTQ <i>Tree</i>	16
Gambar 2.3	Diagram SIPOC.....	17
Gambar 2.4	Contoh <i>Fishbone</i> Diagram	19
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> proses penelitian	45
Gambar 4.1	Logo Perusahaan	47
Gambar 4.2	Flow Proses Casting Part.....	48
Gambar 4.3	Flow Proses Receiving	49
Gambar 4.4	Flow Proses Melting.....	49
Gambar 4.5	Flow Proses Penyuplai $A\ell$	50
Gambar 4.6	Flow High Pressure Casting	50
Gambar 4.7	Part Cap M/C KEVA.....	51
Gambar 4.8	Proses Machining	52
Gambar 4.9	Proses Assembling	52
Gambar 4.10	Diagram SIPOC Divisi Produksi.....	61
Gambar 4.11	Diagram Pareto Jenis Not Good Produk	63
Gambar 4.12	Grafik Pola DPMO Variabel Panjang Body Cap M/C KEVA.....	68
Gambar 4.13	Nilai Kapabilitas Sigma Variabel Panjang Body Cap M/C KEVA	68
Gambar 4.14	Grafik Pola DPMO Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA	74
Gambar 4.15	Nilai Kapabilitas Sigma Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA.....	74
Gambar 4.16	Grafik Pola DPMO Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA	80
Gambar 4.17	Nilai Kapabilitas Sigma Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA	80
Gambar 4.18	Grafik Pola DPMO Data Atribut.....	84
Gambar 4.19	Grafik Pola Nilai Sigma Data Atribut	85
Gambar 4.20	Grafik Peta Kendali P Data Atribut.....	88
Gambar 5.1	Grafik Peta Kendali \bar{X} Panjang Cap M/C KEVA	94
Gambar 5.2	Grafik Peta Kendali \bar{X} Lebar Cap M/C KEVA	96

Gambar 5.3	Grafik Peta Kendali \bar{X} Tebal Cap M/C KEVA.....	98
Gambar 5.4	<i>Fishbone</i> Diagram Cap M/C KEVA Kerut.....	106
Gambar 5.5	<i>Fishbone</i> Diagram Cap M/C KEVA Gores.....	108
Gambar 5.6	<i>Fishbone</i> Diagram Cap M/C KEVA Kasar.....	109
Gambar 5.7	<i>Fishbone</i> Diagram Cap M/C KEVA Gelombang.....	111
Gambar 5.8	<i>Fishbone</i> Diagram Cap M/C KEVA Gompal/Pecah.....	112
Gambar 5.9	Diagram Pareto RPN.....	116



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pasar global menyebabkan persaingan di bidang industri semakin ketat. Berbagai macam industri berusaha mencapai posisi teratas dalam dunia perekonomian dengan jalan mengendalikan atau bahkan meningkatkan kualitas produksinya. Perkembangan bisnis yang pesat berdampak pada persaingan bisnis yang sangat tajam dan ketat pada pasar domestik maupun internasional (Dewi et al. 2013). Industri saat ini telah mampu memproduksi produk-produk yang dibutuhkan oleh manusia dalam jangka yang cukup panjang. Kondisi ini menyebabkan konsumen menjadi sangat konsumtif dan cenderung selektif dalam memilih produk yang dibutuhkannya. Konsumen akan memilih produk yang memiliki kualitas terbaik dalam penggunaannya dan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh konsumen.

Industri merupakan salah satu kegiatan ekonomi yang cukup strategis untuk meningkatkan pendapatan dan perekonomian masyarakat secara cepat yang ditandai dengan meningkatnya penyerapan tenaga kerja, transfer teknologi dan meningkatnya devisa negara. Salah satu prioritas perusahaan untuk dapat meningkatkan pendapatan keuntungan dari setiap produk yang diberikan kepada konsumen dengan cara mengutamakan kualitas yang baik dalam proses produksi. Setiap proses produksi memiliki peluang untuk terjadinya produk yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan perusahaan.

Kualitas produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan ditentukan berdasarkan karakteristik tertentu. Kualitas menjadi tolak ukur dari proses produksi suatu produk atau jasa (Larasati dan Lucia, 2016). Suatu produk dapat dikatakan memiliki kualitas baik jika mampu memenuhi keinginan dan kebutuhan konsumen sebagai ketentuan dasarnya. Lalu proses yang baik untuk menciptakan sebuah produk berkualitas dapat dilihat dari proses yang diberikan produsen sebagai batas kontrol oleh produsen. Barang yang berkualitas buruk menurut produsen belum tentu tidak diminati oleh konsumen begitu pula sebaliknya. Sedangkan produk yang dikatakan baik oleh produsen tetapi tidak diminati oleh konsumen disebabkan karena diluar batas spesifikasi. Melihat dari aspek-aspek kualitas yang ada maka tujuan dari perusahaan untuk mendapatkan laba dan memenuhi kebutuhan konsumen akan produk yang berkualitas dapat terpenuhi. Pengendalian kualitas yang tepat mempunyai tahapan dan tujuan yang jelas, menemukan solusi serta melakukan inovasi dalam melakukan penyelesaian masalah yang ditemui baik dalam proses produksi maupun inspeksi produk sebuah perusahaan. Pengendalian kualitas bukan hanya untuk mencari kesalahan, tetapi berusaha untuk menghindar dari terjadinya kesalahan tersebut serta memperbaikinya jika terdapat kesalahan. Sehingga, proses produksi dapat menghasilkan *output* yang baik. Dengan demikian, kualitas menjadi faktor dasar keputusan konsumen untuk mendapatkan suatu produk (Hari Purnomo, 2004). Perusahaan harus mampu mengetahui faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kualitas suatu produk yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut.

Dalam penelitian ini peneliti akan menggunakan metode *Six Sigma* yang bertujuan untuk membantu perusahaan menekan tingkat cacat produk yang terjadi dalam proses produksi. *Six Sigma* adalah salah satu metode baru yang paling populer dan merupakan salah satu alternatif dalam prinsip-prinsip pengendalian kualitas yang merupakan terobosan dalam bidang manajemen kualitas (Gaspersz, 2005). *Six Sigma* juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri yang berfokus pada pelanggan dengan memperhatikan kemampuan proses. Menekan tingkat kecacatan yang dimaksud adalah dengan mencari data *history* perusahaan dengan beberapa faktor-faktor kecacatan yang terjadi dalam produksi, setelah itu akan dilakukan perhitungan, pemecahan masalah, dan juga pemberian perbaikan sesuai dengan tahapan dalam *Six Sigma*. Salah satu perubahan yang dihasilkan dari implementasi *Six Sigma*, adalah terdapat perbedaan struktur biaya kualitas (*Cost Of Quality*) antara kondisi sebelum dan setelah implementasi *Six Sigma*.

Biaya karena adanya kesalahan internal (*internal failure*) dapat dikategorikan sebagai *Cost of Poor Quality* (Tomasson dan Wallin, 2013). *Cost of Poor Quality* (COPQ) adalah biaya akibat terjadinya ‘*defects*’ pada proses, produk atau service.

Penelitian ini dilakukan di PT Chemco Harapan Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri, khususnya industri otomotif. PT Chemco Harapan Nusantara menjadi salah satu perusahaan yang menjalankan usaha manufaktur khususnya bergerak dalam pembuatan *Brake System, Alumunium Casting Part, Casting Part*. Karena kemajuan di bidang otomotif semakin pesat serta daya beli masyarakat akan kendaraan bermotor meningkat maka kebutuhan akan *Brake System, Alumunium Casting Part, Casting Wheel* juga semakin meningkat, maka PT. Chemco Harapan Nusantara berusaha untuk mempertahankan dan meningkatkan kualitas produk, masih ada permasalahan yang harus dihadapi oleh perusahaan yaitu terdapatnya *defect* di setiap proses produksi yang mana Cap Master Cylinder sebagai objek penelitian. Keadaan ini jika tidak segera ditindak lanjuti maka secara tidak langsung tingkat kepercayaan konsumen akan segera menurun atau berkurang. Penelitian ini menggunakan metode *Six Sigma* yang bertujuan untuk mengetahui level *sigma* perusahaan dan menurunkan tingkat kecacatan produk serta meminimalisasi pemborosan biaya selama proses produksi. sehingga nanti yang diharapkan penelitian ini dapat memberikan usulan memecahkan suatu permasalahan dalam hal peningkatan kualitas di perusahaan tersebut agar produk yang dihasilkan bisa bersaing daya dalam era globalisasi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang diatas, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian adalah berapakah tingkat nilai SIGMA dan DPMO dan faktor apa saja yang menjadi penyebab cacat dari produk *Casting Part Cap M/C KEVA* ?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini perlu adanya batasan-batasan yang dilakukan agar penelitian tersebut punya ruang lingkup tersendiri dan terarah sehingga permasalahan tidak meluas. Adapun batasan-batasan yang diambil sebagai berikut:

1. Penelitian difokuskan pada proses produksi part Cap Master Cylinder KEVA.
2. Penelitian ini tidak menghitung biaya produksi.
3. Saran perbaikan diprioritaskan pada *defect* paling banyak atau yang paling dominan.
4. Penelitian hanya DMAI (*Define – Measure – Analysis – Improve*) tanpa *control*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka didapatkan tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai tingkat nilai SIGMA dan DPMO pada produk part *Casting Part* Cap M/C KEVA.
2. Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan kecacatan paling dominan terjadi pada produk part *Casting Part* Cap M/C KEVA.
3. Memberikan usulan perbaikan yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas pada produksi part Cap M/C KEVA.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui penyebab-penyebab kegagalan suatu proses pada saat proses produksi berlangsung.
2. Meminimalisir kegagalan proses produksi yang berhubungan secara langsung dengan kualitas produk yang akan terjadi pada saat proses produksi berlangsung.
3. Meningkatkan mutu produk perusahaan serta mengurangi produk cacat.
4. Meningkatkan produktivitas perusahaan dalam langkah memenuhi *demand* dari konsumen.
5. Sebagai bahan referensi bagi perusahaan dalam melakukan pengendalian kualitas produk.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut ini adalah sistematika penulisan agar penulisan tugas akhir ini terlihat lebih struktur:

BAB I PENDADULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang secara singkat terhadap permasalahan yang dihadapi, rumusan masalah yang berdasarkan latar belakang, tujuan penelitian untuk menjawab dari rumusan masalah, batasan masalah agar penelitian terarah dan memiliki ruang lingkup tersendiri, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang konsep dan teori-teori tentang penelitian yang diteliti, memberi gambaran tentang metode dan teknik yang dipakai dalam penelitian, mengungkapkan penelitian-penelitian yang serupa dengan penelitian yang dilakukan dan mengungkapkan sumber-sumber data (atau judul-judul pustaka yang berkaitan) yang relevan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang kerangka penelitian, sumber data/metode pengumpulan data, objek dan lokasi penelitian, data-data yang diperlukan untuk penelitian, teknik yang dilakukan, bagan alir penelitian berikut penjelasannya dan analisis yang dipakai berdasarkan data yang dikaji.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang data yang diperoleh akan diolah sesuai dengan perhitungan (rumus-rumus) dan metode yang digunakan.

BAB V PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang analisis dari hasil pengolahan data yang telah didapatkan, baik analisis dari segi perhitungan yang telah didapatkan maupun analisis dari metode-metode yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan yang merupakan hasil jawaban dari rumusan masalah yang telah dirumuskan sebelumnya. Disamping itu, diperlukan adanya saran atau rekomendasi berdasarkan hasil yang dicapai sehingga perlu untuk dilakukan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Induktif

Beberapa penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk dengan metode *Six Sigma* yang telah dilakukan oleh:

1. Sinaga (2015) dengan jurnal berjudul yaitu “Studi Pengendalian Kualitas Pintu Kayu Dengan Menggunakan Metode *Lean Six Sigma*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi terjadinya kecacatan pada proses produksi pintu kayu serta ditemukannya beberapa aktivitas yang tidak bernilai tambah. Bentuk kecacatan yang umum ditemukan pada pintu kayu adalah proses perakitan, pengeleman, dan pewarnaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyebab utama kecacatan dipengaruhi lemahnya keterampilan operator sehingga terjadi menyebabkan produk menunggu dalam waktu yang lama. Setelah diperbaiki *manufacturing lead time* dapat dikurangi menjadi 22,275 menit. Peningkatan nilai *process cycle efficiency* sebelum estimasi sebesar 2,5% dari sebelumnya dan peningkatan nilai sigma pada tahap inspeksi meningkat 7,4% tingkat sigma tahap II meningkat 5,2% dan tingkat nilai sigma tahap inspeksi III 6,9% dari level sigma sebelumnya.
2. Sanny et.al. (2015) dengan jurnal berjudul yaitu “Implementasi Metode *Lean Six Sigma* Sebagai Upaya Meminimalisasi Cacat Produk Kemasan Cup Air Mineral 240 ml (Studi Kasus Perusahaan Air Minum)”. Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi produk cacat pada cup air mineral dengan metode *Lean Six Sigma* dan mengurangi kegiatan yang tidak bernilai tambah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai DPMO jalur 1 dari 546 mesin menghasilkan tingkat sigma 4,766 dan persentase

99,95%, yang berarti bahwa dalam satu juta produk air mineral 240 ml cangkir terdapat 0,05 unit produk yang tidak cocok dalam produksi mesin 1. Nilai-nilai DPMO jalur 2 dari 291 mesin menghasilkan tingkat sigma 4,932 dan persentase 99,97 yang berarti bahwa dalam satu juta produk cup 240 ml air mineral terkandung 0,03% produk yang tidak cocok dalam produksi mesin 2.

3. Cahyani et.al. (2015) dengan jurnal berjudul yaitu “Analisis Pengendalian Kualitas Proses Pengantongan Semen di PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk Dengan Pendekatan *Six Sigma*” Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi jenis cacat yang sering terjadi pada proses pengantongan semen. Hasil penelitian menunjukkan data *release packer* bag kantong semen PPC 50 kg Tuban 4 bulan Januari dan Februari 2015, dimana hasilnya peta p *multivariate* belum terkendali secara statistik, dengan level sigma pada bulan Januari 2015 sebesar 4,10 dan pada bulan Februari 2015 sebesar 4,12 sehingga level sigma mengalami kenaikan sebesar 0,02. Penyebab terjadinya produk cacat adalah kualitas bahan baku yang belum baik, karyawan kurang teliti dan kelelahan, lingkungan berdebu, keadaan mesin yang sudah aus, plat besi dan spot yang sudah tua.
4. Ibnu Mastur dan Nizar (2015) dengan jurnal berjudul yaitu “Analisis Pengendalian Kualitas Pembuatan *Wellhub* Dengan Pendekatan *Lean Six Sigma*” Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi jenis cacat yang sering terjadi pada proses produksi *wellhub* oleh PT. Yogya Presisi Tekniktama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai DPMO dari diameter *wellhub* dari 42.700, kemampuan proses ini dianggap cukup rendah dengan $cpm = 0,675$, dan proses produksi tidak stabil. Sementara, produk cacat disebabkan oleh 5 jenis asal dengan DPMO dari 34,126. Penyebab tertinggi dari produk cacat disebabkan oleh "Siloek". Usulan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk, antara lain; perbaikan mesin tekanan sahamnya. Sementara, dari segi metode, suhu pemanas harus dikurangi menjadi antara 1-5° C.

Beberapa penelitian diatas hanya menfokuskan pada permasalahan jenis kecacatan dan pengukuran nilai level *sigma*. Jadi dilihat dari keempat penelitian sebelumnya, maka peneliti ingin menggunakan metode *Six Sigma DMAIC* (*define, measure, analyze,*

improve) ditinjau berdasarkan nilai *Cost of Poor Quality*. Kemudian menggunakan FMEA yang akan dilakukan untuk perhitungan untuk mendapatkan skor RPN.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Pengertian Kualitas

Kualitas merupakan kunci dalam sebuah produk yang menunjang nilai daya tarik kepada konsumen. Perusahaan yang mampu menghasilkan sebuah produk yang berkualitas maka perusahaan tersebut telah menciptakan kepuasan pada konsumen. Kualitas merupakan totalitas fitur dan karakteristik yang mampu memuaskan kebutuhan, yang dinyatakan maupun tidak dinyatakan, kualitas mencakup pula daya tahan produk, kehandalan, ketepatan, kemudahan operasi dan perbaikan, serta atribut-atribut nilai lainnya (Budi Hermawan, 2011).

Kualitas itu sendiri merupakan keseluruhan karakteristik dari suatu produk atau jasa yang mampu memberi kepuasan kepada pelanggan atau konsumen (Fitriana dan Susilo, 2013). Peranan kualitas pada suatu produk sangat penting dalam situasi pemasaran yang semakin bersaing, karena dapat mempengaruhi maju atau tidaknya perusahaan (Mastur dan Nizar, 2016).

Sedangkan menurut Vincent (2007) yang perlu dipertimbangkan dalam pengukuran performansi kualitas adalah sebagai berikut:

1. Performansi (*performance*), berkaitan dengan aspek fungsional dari produk itu.
2. Keistimewaan (*feature*), berkaitan dengan pilihan-pilihan dan pengembangannya.
3. Keandalan (*reliability*), berkaitan dengan tingkat kegagalan dalam penggunaan produk itu.
4. Kemampuan Pelayanan (*serviceability*), berkaitan dengan kecepatan, keramahan/kesopanan, kompetensi, kemudahan serta akurasi dalam ongkos perbaikan.
5. Konformansi (*conformance*), berkaitan dengan tingkat kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan.
6. Daya tahan (*durability*), berkaitan dengan daya tahan atau masa pakai dari produk itu.

7. Estetika (*aesthetic*), merupakan karakteristik yang bersifat subjektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan refleksi dari preferensi atau pilihan individual.
8. Kualitas yang dipersepsikan (*perceived quality*), berkaitan dengan perasaan pelanggan dalam mengkonsumsi produk tersebut.

2.2.2 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas menjadi salah satu poin yang penting dalam perusahaan yang bergerak di bidang industri dengan memperhatikan dan menjaga produk agar terjaga kualitasnya (Achmad dan Mashuri, 2014). Pengendalian kualitas diterapkan dalam suatu tahapan proses produksi agar perusahaan mendapatkan standar mutu. Kualitas suatu produk ditentukan oleh ciri-ciri produk itu, sedangkan pengendalian kualitas adalah aktivitas keteknikan dan manajemen, yang dengan aktivitas itu di ukur ciri-ciri kualitas produk (Ika dan Wibawati, 2013).

Pengendalian kualitas juga dapat berdampak positif kepada bisnis melalui dua cara yaitu dampak terhadap biaya produksi dan dampak terhadap pendapatan (Gaspersz, 2002). Sehingga setiap perusahaan perlu diadakan pengendalian kualitas terhadap produk yang telah di produksi sehingga dapat mengurangi terjadinya produk cacat yang dapat merugikan perusahaan.

2.2.3 Six Sigma

Six Sigma sesuai dengan arti sigma (σ), yaitu distribusi atau penyebaran (variasi) dari rata-rata (*mean*) suatu proses atau prosedur *Six Sigma* (Gaspersz, 2002). *Six Sigma* adalah sebuah proses yang mengaplikasikan alat-alat statistik dan teknik mereduksi produk gagal sampai didefinisikan tidak lebih dari 3,4 produk gagal dari satu juta produk (Gaspersz, 2007). *Six Sigma* merupakan suatu metode yang sistematis dan terukur yang dapat digunakan untuk perbaikan proses dan pengembangan produk baru yang didasarkan pada metode statistik dan ilmiah untuk mengurangi jumlah cacat yang telah didefinisikan oleh konsumen (Mastur dan Nizar, 2016). *Six Sigma* merupakan falsafah manajemen yang berfokus untuk menghapus cacat dengan cara menekankan pemahaman, pengukuran dan

perbaiki proses (Brue, 2002). Tujuan *Six Sigma* adalah mengurangi variabilitas proses produksi (Niken Dwi dan Lucia, 2016).

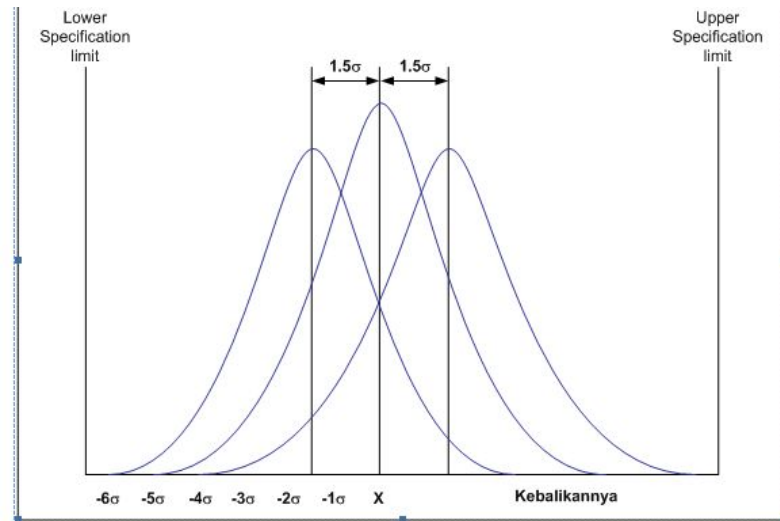
Menurut Gaspersz dalam bukunya *All-In-One Management Toolbook* (2012) terdapat enam aspek yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *Six Sigma*, yaitu :

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

Six Sigma mulanya diperkenalkan oleh perusahaan telekomunikasi Motorola asal Amerika Serikat pada tahun 1980-an. Motorola mampu menjawab tantangan ini dengan *Six Sigma*, dan terbukti perusahaan Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *Six Sigma* telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (*Defect per million opportunities*) kegagalan per sejuta kesempatan. Menurut Vincent Gaspersz (2007) ada beberapa keberhasilan Motorola yang patut dicatat dari aplikasi program *Six Sigma* adalah sebagai berikut:

- a. Penurunan COPQ (*Cost Of Poor Quality*) lebih daripada 84%.
- b. Peningkatan produktivitas rata-rata 12,3% per tahun.
- c. Eliminasi kegagalan dalam proses sekitar 97%.
- d. Peningkatan tingkat pertumbuhan per tahun rata-rata mencapai 17% dalam penerimaan, keuntungan, dan harga saham Motorola.

Menurut Gaspersz (2002) pendekatan pengendalian 6-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, sehingga akan menghasilkan 3,4 DPMO (*defect per million opportunities*). Dengan demikian berdasarkan konsep *Six Sigma* Motorola, berlaku toleransi penyimpangan : $(\text{mean} - \text{Target}) = (\mu - T) = \pm 1.5 \text{ sigma}$ atau $\mu = T \pm 1.5 \text{ sigma}$.



Gambar 2.1 Konsep *Six sigma* Motorola Distribusi Normal Bergeser 1,5 Sigma

Sumber : Gaspersz (2002).

Proses *Six Sigma* dengan distribusi normal yang mengizinkan nilai rata-rata (*mean*) proses bergeser 1.5 sigma dari spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan. Perlu dicatat dan dipahami sejak awal bahwa konsep *Six Sigma* Motorola dengan pergeseran nilai rata-rata (*mean*) dari proses yang diizinkan sebesar 1.5 sigma ($1.5 \times$ standar deviasi maksimum atau S_{maks}) adalah berbeda dari konsep *True-Six Sigma* dalam distribusi normal (distribusi normal terpusat) yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan pergeseran dalam nilai rata-rata (*mean*) dari proses (Gaspersz,2002). Perbedaannya dapat diketahui pada tabel sebagai berikut :

Tabel 2.1 Perbedaan *True 6-sigma* dengan *Motorola 6-sigma*

<i>True-6 sigma Process</i>			<i>Motorola 6-sigma Process</i>		
Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Presentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO	Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Presentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO
± 1-sigma	68,27%	317.300	± 1-sigma	30,8538%	691.462
± 2-sigma	95,54%	45.500	± 2-sigma	69,1462%	308.538
± 3-sigma	99,73%	2.700	± 3-sigma	93,3193%	66.807
± 4-sigma	99,9937%	63	± 4-sigma	99,3790%	6.210
± 5-sigma	99,99943%	0,57	± 5-sigma	99,9767%	233
± 6-sigma	99,999998%	0,002	± 6-sigma	99,99966%	3,4

Sumber : Gaspersz (2002)

Dalam pendekatan *Six Sigma* terdapat konsep dasar yaitu pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai yang mereka harapkan. Apabila produk diproses pada tingkat kinerja kualitas *Six Sigma*, perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk (barang dan/jasa) itu.

Menurut Gaspersz dalam bukunya *All-In-One Management Toolbook* (2012) apabila konsep *Six Sigma* akan diterapkan dalam bidang *manufacturing*, ada enam aspek yang perlu diperhatikan:

1. Identifikasi karakteristik produk ssesuai ekspektasi pelanggan.
2. Klasifikasi karakteristik kualitas sebagai CTQ (*Critical-To-Quality*) individual.
3. Menentukan apakah setiap CTQ dapat dikendalikan melalui material, mesin, proses-proses kerja dan lain-lain.
4. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai dengan ekpektasi pelanggan (menentukan nilai LCL dan UCL dari setiap CTQ).
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar ddeviasi unntuk setiap CTQ).
6. Mengubah desain produk dan atau proses sedemikian rupa aga mampu mencapai nilai target *Six Sigma* ($Cpm \geq 2$).

Dengan demikian *Six Sigma* dapat dijadikan ukuran target kinerja proses industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok (industri) dan pelanggan (pasar). Semakin tinggi target *Six Sigma* yang dicapai, semakin baik kinerja proses industri. *Six Sigma* juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industry berfokus pada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses (*process capability*). (Gasperz, 2007). Dalam *Six Sigma* untuk memperbaiki kualitas proses dapat diimplementasikan dengan 5 tahap yang disebut dengan metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, and Control*). Dalam 5 tahap ini dapat memberikan perbaikan yang menyeluruh dalam permasalahan yang terjadi pada setiap proses sehingga memberikan keuntungan dalam perusahaan.

2.2.4 Metodologi *Six Sigma*

Metodologi yang digunakan dalam upaya mendukung metode *Six Sigma* tersebut adalah DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). DMAIC digunakan untuk meningkatkan proses bisnis (Gasperz, 2007). Model DMAIC adalah metodologi peningkatan terus-menerus, terutama dipergunakan dalam *Six Sigma* dan *Lean Six Sigma* (Gaspersz, 2012).

2.2.4.1 *Define* (Definisi)

Define adalah langkah awal dalam peningkatan kualitas dimana masalah mulai diidentifikasi. Bertujuan untuk mengidentifikasikan produk dan proses yang akan diperbaiki dan menentukan sumber daya yang dibutuhkan dalam perbaikan. Pada tahap ini perlu didefinisikan beberapa hal yang terkait dengan:

1. Kriteria pemilihan proyek *Six Sigma*.
2. Peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek *Six Sigma*.
3. Kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlibat dalam proyek *Six Sigma*.
4. Proses-proses kunci dalam proyek *Six Sigma* beserta pelanggannya.
5. Kebutuhan spesifik dari pelanggan.
6. Pernyataan tujuan proyek *Six Sigma*.

2.2.4.2 Measure (Pengukuran)

Measure merupakan aktifitas pengukuran proses sebelumnya (pengukuran dasar), terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan yaitu:

1. Memilih atau menentukan karakteristik kualitas (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik dari pelanggan.
2. Mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, output, dan outcome.
3. Mengukur kinerja sekarang (*current performance*) pada tingkat proses, output, dan outcome untuk ditetapkan sebagai baseline kinerja pada awal proyek *Six Sigma*.

2.2.4.3 Analyze (Analisa)

Merupakan tahap dimana dilakukan identifikasi akar penyebab masalah dengan berdasarkan pada analisa data. Hasil dari analisa tersebut dapat digunakan untuk membuat solusi dalam melakukan pengembangan dan improvement terhadap proses yang diamati. Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah:

1. Menentukan stabilitas dan kapabilitas/kemampuan dari proses.
2. Menetapkan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek *Six Sigma*.
3. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar-akar penyebab kecacatan atau kegagalan.
4. Mengkonversikan banyak kegagalan kedalam biaya kegagalan kualitas (*cost of poor quality*).

2.2.4.4 Improve (Perbaikan)

Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penetapan rencana tindakan (*action plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*.

2.2.4.5 Control (Kontrol)

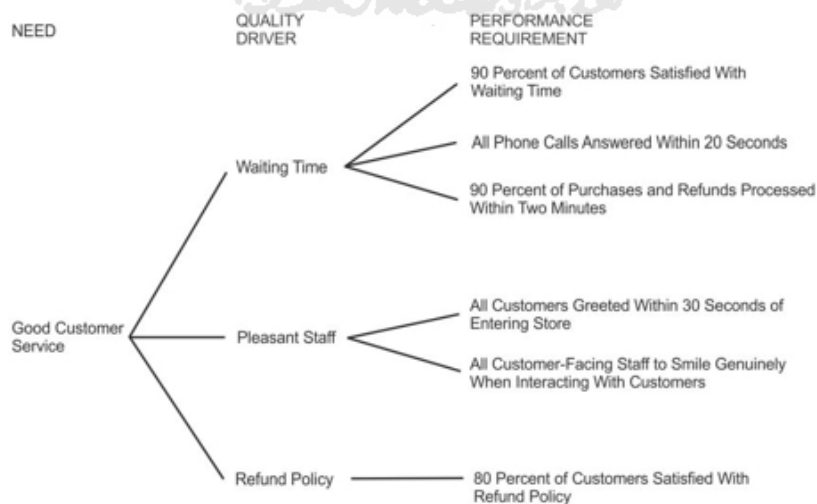
Tahap *Control* adalah tahap terakhir yang dilakukan dalam peningkatan kualitas menggunakan DMAIC. Langkah terakhir ini bertujuan untuk mengevaluasi solusi dan rencana, menjaga upaya-upaya yang telah dilakukan dengan menstandarisasi proses dan melakukan kontrol dalam setiap kegiatan, sehingga memperoleh hasil yang baik dan dapat mengurangi waktu, masalah, dan biaya yang tidak dibutuhkan. Hasil dari tahap ini adalah :

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

2.2.5 Tools Six Sigma

2.2.5.1 CTQ (Critical to Quality)

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



Sumber : Vincent Gaspersz, *Total Quality Manajemen* (2005)

Gambar 2.2 Contoh CTQ Tree

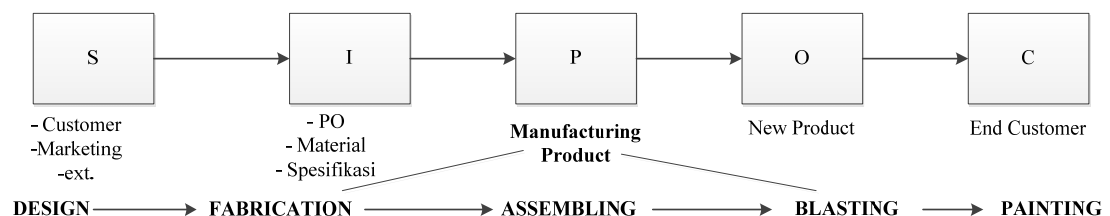
2.2.5.2 Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*)

SIPOC merupakan alat yang berguna dan paling banyak dipergunakan dalam manajemen dan peningkatan proses. Berikut penjelasan mengenai akronim SIPOC (Gaspersz, 2002):

1. *Suppliers* adalah 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 petunjuk internal (*Internal suppliers*)
2. *Inputs* adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*Suppliers*) kepada proses.
3. *Process* adalah sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal menambah nilai kepada *inputs* (proses transformasi nilai tambah kepada *inputs*). Suatu proses biasanya terdiri dari beberapa sub-proses.
4. *Outputs* adalah produk (barang atau jasa) dari suatu proses. Dalam industri manufaktur *outputs* dapat berupa barang setengah jadi maupun barang jadi (*final product*). Termasuk ke dalam *outputs* adalah informasi-informasi kunci dari proses.
5. *Customers* adalah orang atau kelompok orang atau sub proses yang menerima *outputs*. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sesudahnya dapat dianggap sebagai pelanggan internal (*internal customers*).

Langkah-langkah proses *mapping*:

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



Sumber : Vincent Gaspersz, Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO, 9001 : 2000 (2002)

Gambar 2.3 Diagram SIPOC

2.2.5.3 Pareto Diagram

Diagram Pareto adalah grafik yang memuat urutan klasifikasi suatu data mulai dari urutan yang terbesar hingga yang terkecil, dimulai dari kiri ke kanan (Besterfield, Besterfield-Michina, Besterfield, dan Besterfield-Sacre, 2003). Diagram Pareto juga menentukan *waste* yang kritis dari ke tujuh *waste* tersebut. Menurut Ishikawa (1992), penggunaan diagram pareto mengenai berbagai macam kegagalan dari proses produksi dapat diketahui mana yang paling tinggi frekuensi kegagalannya sehingga dapat segera dilakukan usaha perbaikan. Menurut Ariani (2005) langkah dalam penyusunan diagram pareto adalah:

- a. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data, misalnya berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian, dan sebagainya.
- b. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik tersebut.
- c. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
- d. Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga terendah.
- e. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.
- f. Menggambar diagram batang.

2.2.5.4 Fishbone Diagram

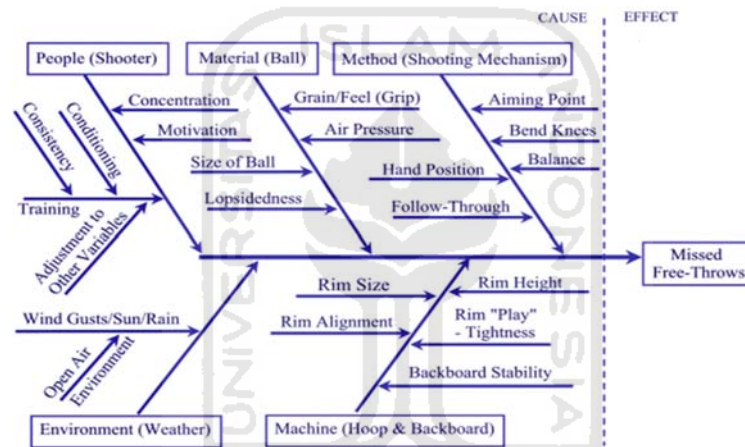
Illie G. Dan Ciocoiu C.N (2010) mengutip dari *Basic Tools for Process Improvement* (2009) bahwa diagram *Fishbone* (Ishikawa) pada dasarnya menggambarkan sebuah model sugestif dari hubungan antara sebuah kejadian (dampak) dan berbagai penyebab kejadiannya.

Menurut Dina Rosmalia et al. (2015) Diagram sebab akibat adalah suatu diagram yang menunjukkan hubungan antara sebab akibat pada suatu permasalahan yang menunjukkan faktor-faktor penyebab dan karakteristik akar-akar penyebab dari masalah yang ditemukan antara lain *manpower* (tenaga kerja), *Machines* (mesin-mesin), *Methods* (metode kerja), *Materials* (bahan baku dan bahan penolong), *Motivation* (motivasi), *Money* (keuangan). *Fishbone diagram* mempunyai manfaat dalam memecahkan penyebab suatu permasalahan.

Menurut Ariani (2005) manfaat *fishbone diagram* antara lain :

1. Dapat menggunakan kondisi yang sesungguhnya untuk tujuan perbaikan kualitas produk atau jasa lebih yang lebih baik.
2. Dapat mengurangi dan menghilangkan kondisi yang menyebabkan ketidakseuaian produk atau jasa dan keluhan pelanggan.
3. Dapat membuat suatu standardisasi operasi yang ada maupun yang direncanakan.
4. Dapat memberikan pendidikan dan pelatihan bagi karyawan dalam kegiatan pembuatan keputusan dan melakukan tindakan perbaikan.

Diagram *fishbone* ini umumnya digunakan pada tahap mengidentifikasi permasalahan dan menentukan penyebab dari munculnya permasalahan tersebut. Selain digunakan untuk mengidentifikasi masalah dan menentukan penyebabnya, diagram *fishbone* ini juga dapat digunakan pada proses perubahan.



Sumber : Vincent Gaspersz, Total *Quality* Manajemen (2005)

Gambar 2.4 Contoh *Fishbone* Diagram

2.2.5.5 Control Chart

Peta Pengendali (*control chart*) adalah metode statistik yang membedakan adanya variasi atau penyimpangan karena sebab umum (*common-cause variation*) dan sebab khusus (*special-cause variation*) (Ariani, 2005).

Menurut Gaspersz (2002), variasi adalah ketidakseragaman dalam sistem industri sehingga menimbulkan perbedaan dalam kualitas produk barang dan jasa. Variasi diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Variasi Penyebab Khusus (*special-causes variation*)

Variasi penyebab khusus adalah kejadian-kejadian diluar sistem industri yang mempengaruhi variasi dalam sistem industri itu. Penyebab khusus dapat bersumber dari faktor-faktor seperti manusia, peralatan, material, lingkungan, metode kerja dll.

2. Variasi Penyebab Umum (*common-cause variation*)

Variasi penyebab umum adalah faktor-faktor di dalam sistem industri atau yang melekat pada proses industri yang menyebabkan timbulnya variasi dalam sistem industri serta hasil-hasilnya. Dalam konteks pengendalian proses *statistical* menggunakan peta-peta kontrol (*control charts*), jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang berada dalam batas-batas pengendalian.

Peta kendali (*Control Chart*) dibedakan menjadi 2 yaitu antara lain :

1. Peta kendali untuk data variabel (*Continuous*)

Peta kendali untuk data variabel digunakan untuk menggambarkan variasi atau penyimpangan yang terjadi pada kecenderungan memusat dan penyebaran observasi (Ariani, 2005). Menurut Ariani (2005) dalam bukunya yang berjudul “*Pengendalian Kualitas Statistik*” mengutip sebuah buku karangan Betersfiled (1998) mengatakan bahwa manfaat pengendalian kualitas proses untuk data variabel adalah memberikan informasi mengenai :

- a. Perbaikan Kualitas
- b. Menentukan kemampuan proses setelah perbaikan kualitas tercapai.
- c. Membuat keputusan yang berkaitan dengan spesifikasi produk.
- d. Membuat keputusan yang berkaitan dengan proses produksi.
- e. Membuat keputusan terbaru yang berkaitan dengan produk yang dihasilkan.

Dalam peta kendali untuk data variabel ini menggunakan peta kendali \bar{x} – *Chart* dan *R-Chart* berikut adalah langkah-langkah pembuatan peta kendali tersebut menurut Ariani (2005) :

- a. Menghitung rata-rata untuk setiap kali observasi \bar{x}

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

- b. Garis pusat untuk peta kendali rata-rata ($\bar{\bar{X}}$)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{x}_i}{g}$$

- c. Menghitung nilai *range* atau rentang data sampel pada setiap kali observasi (R)

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

- d. Garis pusat untuk peta pengendali *range* ($\bar{\bar{R}}$)

$$\bar{\bar{R}} = \frac{\sum_{i=1}^g R_i}{g}$$

- e. Menentukan batas kendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB) pada X chart.

$$A_2 = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}}$$

$$\text{BPA} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{\bar{R}}$$

$$\text{BPB} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{\bar{R}}$$

- f. Untuk peta kendali R dalam menentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{BKA} = D_4 \bar{\bar{R}}$$

$$\text{BKB} = D_3 \bar{\bar{R}}$$

Di mana :

n = banyaknya sample dalam tiap observasi atau sub kelompok

g = banyaknya observasi yang dilakukan

R_i = range untuk setiap sub kelompok

X_i = data pada sub kelompok atau sampel yang diambil

\bar{X}_i = rata-rata pada setiap sub kelompok.

2. Peta kendali untuk data atribut (P-Chart)

Menurut Besterfield (1998), peta kendali untuk data atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan, misalnya goresan, kesalahan, warna atau ada bagian yang hilang. Selain itu, atribut digunakan apabila pengukuran seharusnya dapat dibuat, tetapi tidak dapat dibuat karena alasan waktu ataupun kebutuhan. Peta kendali yang digunakan untuk data atribut ini adalah P-Chart. P-Chart ini digunakan karena perusahaan tersebut melakukan 100% inspeksi. Berikut adalah langkah-langkah peta kendali untuk data atribut (P-Chart) menurut Ariani (2005):

- a. Menghitung *subgroup*
- b. Menghitung proporsi cacat pada setiap *subgroup*

$$p = \frac{x}{n}$$

p = proporsi cacat

x = banyaknya cacat pada subgroup

n = banyaknya jumlah produk yang diamati

- c. Menghitung standar deviasi

$$\sigma = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

p = proporsi cacat

n = banyaknya jumlah produk yang diamati

- d. Menentukan garis pusat (\bar{P})

$$\bar{P} = \frac{\text{Jumlah Produk Cacat}}{\text{Jumlah Produk Yang Dinspeksi}}$$

e. Batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB)

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

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

Di mana :

\bar{p} = garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan

n = banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi

p = proporsi kesalahan dalam setiap sampel

x = banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi

2.2.5.6 Analisis DPMO

Menurut Gaspersz (2002), ukuran kegagalan dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang menunjukkan kegagalan per sejuta kesempatan. Target dari pengendalian kualitas *six sigma* adalah sebesar 3,4 DPMO. CTQ (*Critical to Quality*) adalah hanya 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan DPMO. Secara teori CTQ (*Critical to Quality*) adalah atribut-atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan.

Hasil pengukuran pada tingkat *output* dapat berupa data variabel atau data atribut, yang akan ditentukan kinerjanya menggunakan satuan pengukuran DPMO dan kapabilitas Sigma (Gaspersz, 2002).

1. Analisis DPMO dan Tingkat Sigma Data Atribut

Berikut adalah rumus DPMO untuk Data Atribut menurut Gaspersz (2002):

$$DPMO = \frac{\text{Banyak produk yang cacat}}{\text{Banyak produk yang diperiksa} \times \text{CTQ potensial}} \times 1.000.000$$

Tabel 2.2 Cara Memperkirakan Kapabilitas Proses Data Atribut

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang ingin diketahui?	-	

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
2	Berapa banyak unit transaksi yang dikerjakan melalui proses?	-	
3	Berapa banyak unit yang gagal?	-	
4	Hitung cacat berdasarkan Langkah 3	(langkah 3) / (langkah 2)	
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat menyebabkan cacat	banyaknya karakteristik	
6	Hitung peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ	(Langkah 4) / (Langkah 5)	
7	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	(Langkah 6) × 1.000.000	
8	Konversi nilai DPMO (Langkah 7) ke dalam nilai sigma (menggunakan tabel)	-	
9	Buat Kesimpulan		

Sumber : Gaspersz (2002)

Jika ingin mencari nilai sigma dengan menggunakan bantuan software Microsoft Excel, maka bisa dengan menggunakan rumus :

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

2. Analisis DPMO dan Tingkat Sigma Data Variabel

Menentukan nilai DPMO dan tingkat sigma untuk data variabel (Gaspersz, 2002).

a. Rumus kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL:

$$P \left[Z \geq \left(\frac{USL - \bar{X}}{s} \right) \right] \times 1.000.000$$

b. Rumus kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL dengan :

$$P \left[Z \leq \left(\frac{LSL - \bar{X}}{s} \right) \right] \times 1.000.000$$

c. DPMO diperoleh dengan rumus :

$$\{P [Z \geq (\frac{USL-\bar{X}}{S})] \times 1.000.000\} + \{P [Z \leq (\frac{LSL-\bar{X}}{S})] \times 1.000.000\}$$

Kemudian hasilnya dikonversikan kedalam nilai sigma dengan bantuan tabel Z.

d. Rumus Menggunakan *Formula* Microsoft Excel

Jika ingin mengetahui tingkat kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO), gunakan formula berikut dalam program Microsoft Excel :

$$= 1000000 - \text{normsdist}(-1.5 + \text{NILAISIGMA}) \times 1000000$$

Untuk DPMO memiliki batas spesifikasi atas dan bawah, maka gunakan formula berikut:

$$= 1000000 - \text{normsdist}((USL-\bar{X})/S) \times 100000 + \text{normsdist}((LSL-\bar{X})/S) \times 100000 \dots (2.18)$$

e. Perhitungan Nilai sigma menggunakan formula pada Microsoft Excel

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

Tabel 2.3 Cara Memperkirakan Kapabilitas Proses Data Variabel

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang ingin diketahui?	-	
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas (USL)	USL	
3	Tentukan nilai batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL	
4	Tentukan nilai spesifikasi target	T	
5	Berapa nilai rata-rata proses?	\bar{X}	

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
6	Berapa nilai standar deviasi dari proses?	S	
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada di atas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P [z \geq (USL - \bar{X}) / S] \times 1.000.000$	
8	Hitung kemungkinan cacat yang berada di bawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P [z \leq (LSL - \bar{X}) / S] \times 1.000.000$	
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	(Langkah 7) + (Langkah 8)	
10	Konversi DPMO (langkah 9) ke dalam nilai sigma (lihat tabel konversi DPMO ke nilai sigma)	-	
11	Hitung kemampuan proses di atas dalam ukuran nilai Sigma	-	
12	Hitung kapabilitas proses di atas dalam indeks kapabilitas proses	$Cpm = (USL - LSL) / \{6\sqrt{(\bar{X} - T)^2 + S^2}\}$	

Sumber : Gaspersz (2002)

2.2.5.7 Stabilitas Proses

Stabilitas proses dalam analisis *Six Sigma* digunakan untuk mengetahui apakah proses produksi yang ada berada dalam stabilitas (*stability*) untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan target yang telah ditetapkan (Gaspersz, 2002). Rumus yang digunakan dalam menentukan stabilitas proses menurut Gaspersz (2002) adalah :

$$BPA = T + 1,5 S_{max}$$

$$BPB = T - 1,5 S_{max}$$

Nilai S diperoleh dengan formulasi :

1) Untuk 2 batas spesifikasi :

$$S_{\max} = \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai Kapabilitas Sigma}} \right] \times (\text{USL} - \text{LSL})$$

2) Untuk 1 batas spesifikasi :

$$S_{\max} = \left[\frac{1}{\text{Nilai Kapabilitas Sigma}} \right] \times \text{absolut} (\text{Specification limit} - T)$$

Dimana :

S_{\max} = Nilai batas toleransi maksimum

USL = Batas Spesifikasi Atas

LSL = Batas Spesifikasi Bawah

2.2.5.8 Kapabilitas Proses

Kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan *output* sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. Kapabilitas proses merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan (Gaspersz, 2002). Menurut Ariani (2005) analisis kapabilitas proses mendefinisikan kemampuan proses memenuhi spesifikasi atau mengukur kinerja proses. Untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam kapabilitas proses terkendali atau tidak, maka di butuhkan analisis sebagai berikut :

1. Analisis kapabilitas proses untuk data variabel

a. Indeks Kapabilitas proses (C_{pm})

Indeks Kapabilitas proses (C_{pm}) digunakan untuk mengukur sampai tingkat mana *output* proses berada pada nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan pelanggan. Semakin tinggi nilai C_{pm} menunjukkan bahwa *output* proses semakin mendekati target kualitas yang diinginkan. Hal itu juga berarti bahwa tingkat kegagalan dari proses semakin berkurang menuju target tingkat kegagalan (Gaspersz, 2002). Untuk 2 batas spesifikasi (USL dan LSL) menggunakan rumus :

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

Dimana :

USL = Batas Spesifikasi Atas

LSL = Batas Spesifikasi Bawah

\bar{X} = Nilai rata-rata sampel karakteristik ketidaksesuaian dari proses

S = Standard deviasi

Dalam upaya peningkatan kualitas *Six Sigma*, biasanya digunakan aturan sebagai berikut :

1. $C_{pm} \geq 2$, maka proses dianggap memenuhi target spesifikasi kualitas pelanggan dan dianggap kompetitif.
 2. $1,00 \leq C_{pm} \leq 1,99$ maka proses dianggap cukup mampu, namun perlu upaya untuk peningkatan kualitas menuju tingkat kegagalan nol.
 3. $C_{pm} \leq 1$, maka proses dianggap tidak mampu untuk mencapai target kualitas dan tidak kompetitif untuk bersaing di pasaran global.
- b. Indeks Kemampuan Proses (Cpk)

Indeks kemampuan proses atau indeks performansi Kane adalah mengukur kemampuan potensial dengan tidak memperhatikan kondisi rata-rata proses (μ). Rata-rata proses tersebut diasumsikan dengan titik tengah dari batas-batas spesifikasi dan proses berada pada kondisi *in statistical control* (Ariani, 2005).

Adapun rumus mencari indeks kemampuan proses sebagai berikut :

$$Cpk = \text{minimum} \left[\frac{USL - \bar{X}}{3S}; \frac{\bar{X} - LSL}{3S} \right]$$

Dimana :

USL = Batas spesifikasi atas yang diinginkan oleh pelanggan

LSL = Batas spesifikasi bawah yang diinginkan pelanggan

\bar{X} = Nilai rata-rata *sampel* dari proses

S = Standard deviasi

- c. Indeks Kapabilitas Proses Kane (CPmk)

Indeks kapabilitas proses kane digunakan untuk mengukur sampai mana tingkat *output* berada dalam batas-batas toleransi (batas spesifikasi atas atau bawah yang diinginkan konsumen). (Gaspersz, 2002). Indeks Kapabilitas Proses (CPmk) dapat di hitung dengan rumus :

$$C_{pmk} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + \{(\bar{X} - T)/S\}^2}}$$

Dimana :

T = spesifikasi target produk yang diinginkan

\bar{X} = nilai rata-rata *sample* dari proses

S = Standard deviasi

2. Analisis kapabilitas proses untuk data atribut

Analisis kemampuan proses hanya dapat digunakan untuk pengendalian mutu proses data variabel, untuk pengendalian mutu proses data atribut analisis ini tidak dapat dilakukan karena pengendalian mutu proses data atribut analisis ini telah ada pada garis pusat atau nilai center linenya, misalnya pada P-Chart (Ariani, 2005).

2.2.5.9 Analisis FMEA

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) merupakan salah satu teknik yang sistematis untuk menganalisa kegagalan. FMEA di terjemahkan ke dalam bahasa Indonesia menjadi analisis pengaruh mode kegagalan, merupakan sebuah instrument yang dibuat dan diperkenalkan serta digunakan pertama kali oleh SAE *reliability engineers*. FMEA merupakan suatu proses untuk menganalisis potensi mode kegagalan dalam sebuah sistem yang selanjutnya diklasifikasikan sesuai dengan keseriusan atau kemungkinan pengaruh dari suatu kegagalan sistem. Dalam suatu kemuatan, setiap individu melakukan FMEA berbasis kegiatan rutin harian dalam setiap situasi yang dihadapi karena suatu hal tidak secara sistematis dilakukan sehingga berpeluang terjadinya kesalahan (Amin Syukron dan Kholil, 2012).

FMEA menjadi suatu metodologi analisis-teknis-sistematis berbasis *engineering knowledge*, *reliability*, teknik pengembangan organisasi dan *teamwork* untuk

mengoptimasi *critically item* dalam sistem, desain, proses, produk dan pelayanan. Dengan kata lain, FMEA merupakan suatu metodologi khusus yang mengevaluasi suatu sistem, desain, proses, produk dan pelayanan untuk mengidentifikasi kemungkinan terjadinya kegagalan karena (permasalahan, kesalahan, resiko, keprihatinan) dapat terjadi.

Pendekatan umum dalam melakukan FMEA :

- a. Identifikasi perbedaan mode kegagalan.
- b. Menentukan penyebab kegagalan.
- c. Mementukan pengaruh kegagalan.
- d. Identifikasi cara mendeteksi kegagalan.
- e. Menentukan *severity* dari mode kegagalan.
- f. Derajat kegagalan 1 sd 10 dengan derajat *severity*,

antara lain:

- 1) *Minor effect* : 1
- 2) *Low effect* : 2-3
- 3) *Moderate effect* : 4-6
- 4) *High effect* : 7-8
- 5) *Very high effect* : 9-10

- g. Menentukan frekuensi kejadian probabilitas kegagalan 1 sd 10

antara lain:

- 1) *Remote (failure is unlikely)* : 1
- 2) *Low (relatively few failure)* : 2-3
- 3) *Moderate (occasional failure)* : 4-6
- 4) *high (repetitive failure)* : 7-8
- 5) *very high (failure is almost inevitable)* : 9-10

- h. Menentukan probabilitas kegagalan dapat dideteksi

antara lain:

- 1) *very high* : 1-2
- 2) *high* : 3-4
- 3) *moderate* : 5-6
- 4) *low* : 7-8
- 5) *very low* : 9
- 6) *absolute certainty of non detection* : 10

- i. Analisis kekritisian mode kegagalan dengan RPN (*Risk Priority Number*)

$$\begin{aligned} \text{RPN} &= (\text{severity rating}) \times (\text{frekuensi rating}) \times (\text{probabilitas of detection rating}) \\ &= S \times O \times D \end{aligned}$$

2.2.5.10 Analisis 5W+2H

Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Analisis 5W + 2 H adalah suatu metode analisis yang digunakan untuk melakukan penanggulangan terhadap setiap akar permasalahan yang ada (Gaspersz, 2002). Contoh metode menggunakan 5W+2H dapat dilihat tabel di bawah ini :

Tabel 2.4 Analisis 5W + 2H

Jenis	5W+2H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan Utama	<i>What</i> (apa) ?	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan peningkatan kualitas ?	
Alasan Kegunaan	<i>Why</i> (mengapa) ?	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan? Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan.	Merumuskan target sesuai dengan apa kebutuhan pelanggan
Lokasi	<i>Where</i> (Dimana) ?	Dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan? Apakah aktivitas itu harus dikerjakan di sana?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan
Sekuens (Urutan)	<i>When</i> (Kapan)?	Kapan tidakan itu akan dilaksanakan? Apakah aktivitas harus dikerjakan disana?	aktivitas-aktivias yang dapat dilaksanakan bersama.
Orang	<i>Who</i> (Siapa)?	Siapa yang akan mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu?	

Jenis	5W+2H	Deskripsi	Tindakan
Metode	<i>How</i> (Bagaimana) ?	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada
Biaya/Manfaat	<i>How Much</i> (Berapa) ?	Apakah akan memberikan dampak positif pada pendapatan dan biaya?	Memilih rencana tindakan yang paling efektif dan efisien

Sumber : Gaspersz (2002)

2.2.8 Cost of Poor Quality

Salah satu perubahan yang dihasilkan dari implementasi *Lean Six Sigma*, adalah terdapat perbedaan struktur biaya kualitas (*Cost Of Quality*) antara kondisi sebelum dan setelah implementasi *Lean Six Sigma*. Biaya karena adanya kesalahan internal (*internal failure*) dapat dikategorikan sebagai *Cost of Poor Quality* (Tomasson dan Wallin, 2013). *Cost of Poor Quality* (COPQ) adalah biaya akibat terjadinya ‘defects’ pada proses, produk atau service. COPQ juga didefinisikan sebagai biaya yang harus dikeluarkan untuk menyelesaikan/menangani kegagalan dan kerusakan dalam proses. *Cost of Poor Quality* digunakan untuk menilai seberapa besar biaya kehilangan yang dialami perusahaan karena adanya *waste*. Identifikasi *cost of poor quality* dilakukan dengan mengkonversi *waste* yang terdapat pada proses produksi perusahaan kedalam bentuk *cost*.

Tabel 2.5 Pencapaian Sigma Level, DPMO dan COPQ

Tingkat Sigma	DPMO	% COPQ dari penjualan
1-sigma	697.700, (sangat tidak kompetitif)	Tidak dapat dihitung
2-sigma	308.700, (rata-rata industri Indonesia)	Tidak dapat dihitung
3-sigma	66.810	25% - 40%
4-sigma	6.210, (rata-rata industri USA)	15% - 25%

5-sigma	233, (rata-rata industri Jepang)	5% - 15%
6-sigma	3,4 (industri kelas dunia)	< 1%

Sumber : Gaspersz (2002)



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT Chemco Harapan Nusantara yang merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang *casting part* yang beralamat Jl. Jababeka Raya, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat. Perusahaan ini memproduksi *brake system*, *aluminium casting part*, dan *casting wheel*.

3.2 Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah kualitas produksi pada *casting part* yang merupakan salah satu produk yang dihasilkan oleh PT Chemco Harapan Nusantara.

3.3 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer (sumber langsung) dan data sekunder (sumber tidak langsung).

1. Data Primer

Data primer diperoleh langsung melalui pengamatan dan pencacatan langsung ketika berada di perusahaan yaitu mencari data banyaknya tingkat produk cacat pada proses produksi. Metode yang digunakan pada data primer ini adalah :

a. Observasi

Observasi merupakan metode yang dilakukan dengan cara pengamatan secara langsung ke objek yang diteliti untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan secara

aktual. Pada observasi ini peneliti mengamati secara langsung proses produksi yang terjadi dibagian produksi.

b. Wawancara

Wawancara merupakan pengumpulan data dengan melakukan tanya jawab langsung kepada pemulik usaha tentang masalah terkait dengan penelitian.

2. Data sekunder

Data diperoleh berdasarkan literatur berupa, jurnal, buku , pakar para ahli dan literatur lain. Informasi yang diperoleh dari literatur tersebut berupa konsep, informasi, dan teori yang dapat menunjang penelitian.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode atau teknik pengumpulan data adalah cara yang dilakukan seorang peneliti untuk mendapatkan data yang diperlukan. Untuk penelitian dan kebenaran data, peneliti menggunakan sebagai berikut:

1. Studi lapangan

Adapun yang termasuk ke dalam studi lapangan adalah:

a. Wawancara

Peneliti mendapatkan informasi dengan cara bertanya langsung kepada responden. Responden yang dimaksud disini adalah pihak manajemen/supervisor/pekerja di bagian mesin/*maintenance*.

b. Observasi

Peneliti melakukan pengamatan langsung ke objek yang dituju sehingga peneliti mengetahui dan mendapatkan informasi pada objek yang diteliti.

Adapaun data-data yang diperlukan untuk proses pengolahan data sebagai berikut:

- a) Data umum perusahaan yang berisi informasi mengenai kondisi perusahaan (*company profile*).
- b) Data proses produksi dalam periode tertentu.
- c) Data jumlah produk dalam periode tertentu.
- d) Data *Cost of Poor Quality* dalam periode tertentu.
- e) Data atribut yang berisi data produk cacat dalam periode tertentu.
- f) Data variabel yang berisi data pengukuran produk dalam periode tertentu.

g) Data penyebab banyaknya jumlah produk cacat atau rendahnya kapabilitas proses.

2. Studi kepustakaan

Studi kepustakaan adalah teknik pengumpulan data dengan mengadakan studi penelaahan terhadap buku-buku, literatur-literatur, catatan-catatan, dan laporan-laporan yang ada hubungannya dengan masalah yang dipecahkan (Nazir,1988).

3.5 Pengolahan Data

Data yang sudah didapatkan dari perusahaan, kemudian diolah untuk diteliti. Berikut ini tahapan-tahapan dari proses pengolahan data:

1. Tahap Define (D)

Pada Tahap *Define* akan dijelaskan dengan menggunakan diagram alir SIPOC yang merupakan 5 elemen utama dalam system pengendalian kualitas yaitu *Supplier-Input-Process-Output-Customer*. Penerapan dalam tahapan ini menggunakan diagram SIPOC. Menurut Gaspersz (2002), nama SIPOC singkatan dari lima elemen utama dalam sistem kualitas yaitu :

- a. *Suppliers* merupakan orang, sekelompok orang ataupun perusahaan yang memberikan informasi kunci, sumber daya lain, penyedia material atau yang menyalurkan dan menyediakan bahan segala sesuatunya yang dibutuhkan oleh proses selanjutnya. *Suppliers* ini bisa disebut pemasok atau penyuplai.
- b. *Input* adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*suppliers*) kepada proses. Segala sesuatunya tersebut diantaranya termasuk material, jasa, informasi, sumber daya manusia, dan sebagainya yang diproses agar dapat menghasilkan *output*.
- c. *Process* merupakan proses transformasi nilai tambah kepada *input*. Bisa dikatakan bahwa *process* adalah langkah atau serangkaian aktivitas yang dapat memberikan nilai tambah kepada *input*.
- d. *Output* adalah merupakan produk barang, informasi dan atau jasa dari suatu proses. Dalam industri manufaktur *output* adalah barang setengah jadi maupun barang jadi.

Customers merupakan orang atau sekelompok orang yang menerima hasil dari *output* atau bisa disebut pelanggan.

2. Tahan Measure (M)

a. Menentukan CTQ (*Critical To Quality*)

Menurut Gaspersz, (2002) CTQ adalah atribut-atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Selain itu merupakan elemen dari suatu produk, proses, atau praktek-praktek yang berdampak pada kepuasan pelanggan

b. Membuat diagram Pareto

Diagram Pareto berguna untuk mengetahui jumlah cacat yang paling dominan atau mempengaruhi proses produksi perusahaan (Santoni, 2007). Menurut Ariani (2005) langkah dalam penyusunan diagram Pareto adalah:

1. Menentukan metode atau arti dari pengklasifikasian data, misalnya berdasarkan masalah, penyebab, jenis ketidaksesuaian, dan sebagainya.
2. Menentukan satuan yang digunakan untuk membuat urutan karakteristik tersebut.
3. Mengumpulkan data sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan.
4. Merangkum data dan membuat rangking kategori data tersebut dari yang terbesar hingga terendah.
5. Menghitung frekuensi kumulatif atau persentase kumulatif yang digunakan.
6. Menggambar diagram batang.

c. Membuat Peta Kendali

1. Peta kendali untuk data variabel

Dalam peta kendali untuk data variabel ini menggunakan peta kendali \bar{x} - *Chart* dan *R-Chart* berikut adalah langkah-langkah pembuatan peta kendali tersebut menurut Ariani (2005) :

- a. Menghitung rata-rata untuk setiap kali observasi \bar{x}

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

- b. Garis pusat untuk peta kendali rata-rata ($\bar{\bar{X}}$)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^g \bar{x}_i}{g}$$

c. Menghitung nilai *range* atau rentang data sampel setiap kali observasi (R)

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

d. Garis pusat untuk peta pengendali *range* (\bar{R})

$$\bar{R} = \frac{\sum_{i=1}^g R_i}{g}$$

e. Menentukan batas kendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB) pada X chart.

$$A_2 = \frac{3}{d_2 \sqrt{n}}$$

$$BPA = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

$$BPB = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

f. Untuk peta kendali R dalam menentukan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$BKA = D_4 \bar{R}$$

$$BKB = D_3 \bar{R}$$

Di mana :

n = banyaknya sample dalam tiap observasi atau sub kelompok

g = banyaknya observasi yang dilakukan

R_i = range untuk setiap sub kelompok

X_i = data pada sub kelompok atau sampel yang diambil

\bar{X}_i = rata-rata pada setiap sub kelompok.

2. Peta kendali untuk data atribut (P-Chart)

Berikut adalah langkah-langkah peta kendali untuk data atribut (P-Chart) menurut Ariani (2005):

a. Menghitung proporsi cacat

$$p = \frac{x}{n}$$

b. Menentukan garis pusat (\bar{p})

$$\bar{p} = \frac{\text{Jumlah Produk Cacat}}{\text{Jumlah Produk Yang Dinspeksi}}$$

c. Batas pengendali atas (BPA) dan batas pengendali bawah (BPB)

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

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

Di mana :

\bar{p} = garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan

n = banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi

p = proporsi kesalahan dalam setiap sampel

x = banyaknya sampel yang diambil dalam inspeksi

d. Mengukur berapa DPMO dan tingkat sigma

Berikut adalah rumus-rumus untuk analisis DPMO data variabel dan data atribut:

1) Analisis DPMO untuk data Variabel

Menentukan nilai DPMO dan tingkat sigma untuk data variabel (Gaspersz, 2002).

a) Rumus kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL:

$$P \left[Z \geq \left(\frac{USL - \bar{X}}{s} \right) \right] \times 1.000.000$$

b) Rumus kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL dengan :

$$P \left[Z \leq \left(\frac{LSL - \bar{X}}{s} \right) \right] \times 1.000.000$$

c) DPMO total diperoleh dengan cara :

$$\{P \left[Z \geq \left(\frac{USL - \bar{X}}{s} \right) \right] \times 1.000.000\} + \{P \left[Z \leq \left(\frac{LSL - \bar{X}}{s} \right) \right] \times 1.000.000\}$$

Kemudian hasilnya dikonversikan kedalam nilai sigma dengan bantuan tabel Z.

d) Rumus Menggunakan formula pada Microsoft Excel

Jika ingin mengetahui tingkat kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO), gunakan formula berikut dalam program Microsoft Excel :

$$= 1000000 - \text{normsdist}(-1.5 + \text{NILAISIGMA}) \times 1000000$$

Untuk DPMO memiliki batas spesifikasi atas dan bawah, maka gunakan formula berikut:

$$= 1000000 - \text{normsdist}((USL - \bar{X}) / S) \times 100000 + \text{normsdist}((LSL - \bar{X}) / S) \times 1000000$$

e) Perhitungan nilai sigma menggunakan formula pada Microsoft Excel

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

2) Analisis DPMO untuk Data Atribut

Berikut adalah rumus DPMO untuk data atribut menurut Gaspersz (2002) adalah

$$\text{DPMO} = \frac{\text{Banyak produk yang cacat}}{\text{Banyak produk yang diperiksa} \times \text{CTQ potensial}} \times 1.000.000$$

3. Tahap Analyze (A)

Dalam tahap *analyze* adalah fase mencari dan menemukan akar sebab dari suatu masalah. Dari data-data yang telah dikumpulkan pada tahap *define* dan tahap *measure* (Gaspersz,2002) hal yang perlu dilakukan antara lain :

a. Menentukan Stabilitas Proses

$$BPA = T + 1,5 S_{max}$$

$$BPB = T - 1,5 S_{max}$$

Nilai S diperoleh dengan formulasi :

1. Untuk 2 batas spesifikasi :

$$S_{max} = \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai Kapabilitas Sigma}} \right] \times (USL - LSL)$$

2. Untuk 1 batas spesifikasi :

$$S_{max} = \left[\frac{1}{\text{Nilai Kapabilitas Sigma}} \right] \times \text{absolut (Specification limit - T)}$$

Dimana :

S_{max} = Nilai batas toleransi maksimum

USL = Batas Spesifikasi Atas

LSL = Batas Spesifikasi Bawah

b. Menentukan Kapabilitas Proses

Menghitung stabilitas dan kapabilitas proses data variabel dan data atribut kapabilitas proses terkendali atau tidak maka di butuhkan analisis sebagai berikut :

1. Analisis kapabilitas proses untuk data variabel

a) Indeks Kapabilitas proses (C_{pm})

Untuk 2 batas spesifikasi (USL dan LSL) menggunakan rumus :

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

b) Indeks Kemampuan Proses (Cpk)

Adapun rumus mencari indeks kemampuan proses sebagai berikut :

$$C_{pk} = \text{minimum} \left[\frac{USL - \bar{X}}{3S}; \frac{\bar{X} - LSL}{3S} \right]$$

Dimana :

USL = Batas spesifikasi atas yang diinginkan oleh pelanggan

LSL = Batas Spesifikasi Bawah yang diinginkan oleh pelanggan

\bar{X} = Nilai rata-rata dari proses

S = Standard deviasi

c) Indeks Kapabilitas Proses (CPmk)

Indeks kapabilitas proses kane digunakan untuk mengukur sampai mana tingkat *output* berada dalam batas-batas toleransi (batas spesifikasi atas atau bawah yang diinginkan konsumen). (Gaspersz, 2002). Indeks Kapabilitas Proses (CPmk) rumus :

$$C_{pmk} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + ((\bar{X} - T)/S)^2}}$$

Dimana :

T = spesifikasi target yang diinginkan oleh pelanggan

\bar{X} = nilai rata-rata *sample* dari proses

S = Standard deviasi

c. Membuat *fishbone* diagram

Diagram sebab akibat digunakan untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab dan karakteristik. akar-akar penyebab dari masalah yang ditemukan berdasarkan prinsip 7M antara lain *manpower* (tenaga kerja), *Machines* (mesin-mesin), *Methods* (metode kerja), *Materials* (bahan baku dan bahan penolong), *Motivation* (motivasi), *Money* (keuangan)

d. Membuat FMEA

FMEA menjadi suatu metodologi analisis-teknis-sistematis berbasis *engineering knowledge, reliability*, teknik pengembangan organisasi dan *teamwork* untuk mengoptimasi *critically item* dalam sistem, desain, proses, produk dan pelayanan. Dengan kata lain, FMEA merupakan suatu metodologi khusus yang mengevaluasi suatu sistem, desain, proses, produk dan pelayanan untuk mengidentifikasi kemungkinan terjadinya kegagalan karena (permasalahan, kesalahan, resiko, keprihatinan) dapat terjadi.

4. Tahap Improve (I)

Pada tahap *improve* atau proses peningkatan ini peneliti menggunakan analisis untuk memberikan usulan kepada perusahaan untuk tindakan perbaikan. Metode yang digunakan dalam tahap ini adalah metode 5W+2H (*What, Why, Where, When, Who, How* dan *How Much*).

5. Tahap Control (C)

Pada tahap control akan ditampilkan mengenai perubahan yang terjadi setelah menggunakan parameter baru (setelah perbaikan).

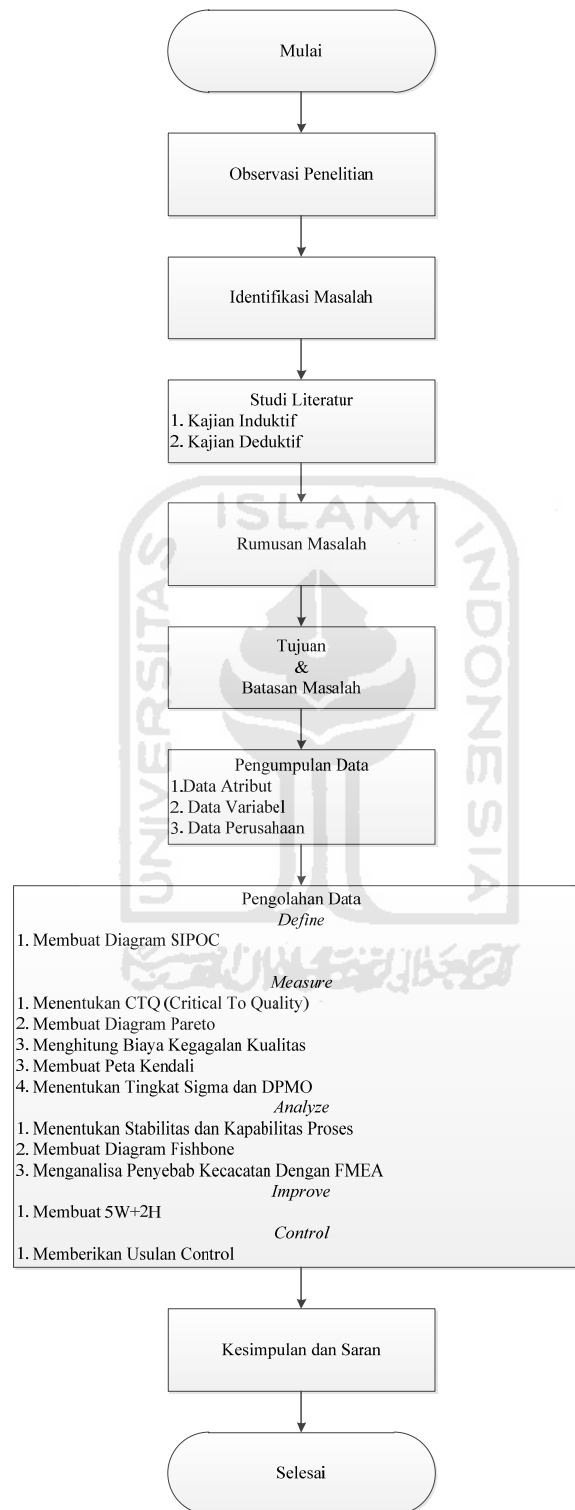
3.6 Analisa Data

Dalam menganalisis data yang telah diolah digunakan diagram sebab akibat (*fishbone*) dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). *Fishbone* adalah alat yang digunakan untuk menemukan penyebab timbulnya persoalan serta akibat yang ditimbulkan. Diagram ini penting untuk mengidentifikasi secara tepat hal-hal yang menyebabkan persoalan dan kemudian mencoba mengatasinya. Ditinjau dari faktor tenaga kerja, material, mesin, metode kerja, dan lingkungan kerja. Sedangkan FMEA adalah suatu metode yang khusus mengevaluasi suatu system, desain, proses, produk, dan pelayanan dimana potensial terjadinya kegagalan akibat berbagai masalah, kesalahan, dan resiko yang dapat terjadi. FMEA adalah tools yang dinamis sehingga perubahan system, desain, proses, produk, dan pelayanan akan menjadi lebih baik.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan berdasarkan rumusan masalah. Disamping itu, memberikan saran dengan apa yang telah didapatkan untuk membangun penelitian yang lebih baik dan juga bisa memberikan masukan ke pihak perusahaan.

3.8 Tahapan Proses Penelitian



Gambar 3.1 Flowchart proses penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data ini ada beberapa data yang diperoleh dari hasil observasi dengan cara observasi langsung, wawancara dan data historis yang telah ada di perusahaan. Antara lain:

4.1.1 Data Umum Perusahaan

Pada data umum perusahaan ini terdiri dari sejarah singkat perusahaan, visi dan misi perusahaan, hasil produk, proses produksi, dan status kepemilikan.

4.1.1.1 Sejarah Umum Perusahaan

PT Chemco Harapan Nusantara merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang industri, khususnya industri otomotif. PT Chemco Harapan Nusantara berdiri pada tahun 1984. Suatu perusahaan joint venture Indonesia dan Jepang dengan Nissin Kogyo Co., Ltd. Salah satu perusahaan yang menjalankan usaha manufaktur khususnya *brake system*, *casting part*, dan *casting wheel*. Karena kemajuan di bidang otomotif semakin pesat serta daya beli masyarakat akan kendaraan bermotor meningkat maka kebutuhan akan *brake system*, *casting part*, dan *casting wheel* juga semakin meningkat, maka PT. Chemco Harapan Nusantara membangun pabrik (Plant I) di Kawasan Industri Jababeka, Cikarang, Bekasi, Jawa Barat seluas 680.000 meter persegi dan satu pabrik (Plant II) lagi di Kawasan Industri Mitra Karawang. Perusahaan ini memiliki karyawan ± 4.688 karyawan.



Gambar 4.1 Logo Perusahaan

Pertama kali PT Chemco Harapan Nusantara hanya berdiri satu *factory*, namun sejalan dengan perkembangan dan kemajuan khususnya di bidang otomotif, maka PT Chemco Harapan Nusantara mengembangkan menjadi lima *factory*. Adapun lima *factory* tersebut adalah sebagai berikut :

- a) *Factory I* : Beroperasi Proses *Cold press, Hot press, Bonding*.
- b) *Factory II* : Beroperasi Proses *Dies casting, Gravity Die Casting, Painting*.
- c) *Factory III* : Beroperasi proses *Assembling, Delivery* dan *Receiving*.
- d) *Factory IV* : Beroperasi proses *Machining* dan *Painting*.
- e) *Factory V* : Beroperasi proses *Finishing* dan *Ware House*.

4.1.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Visi Perusahaan

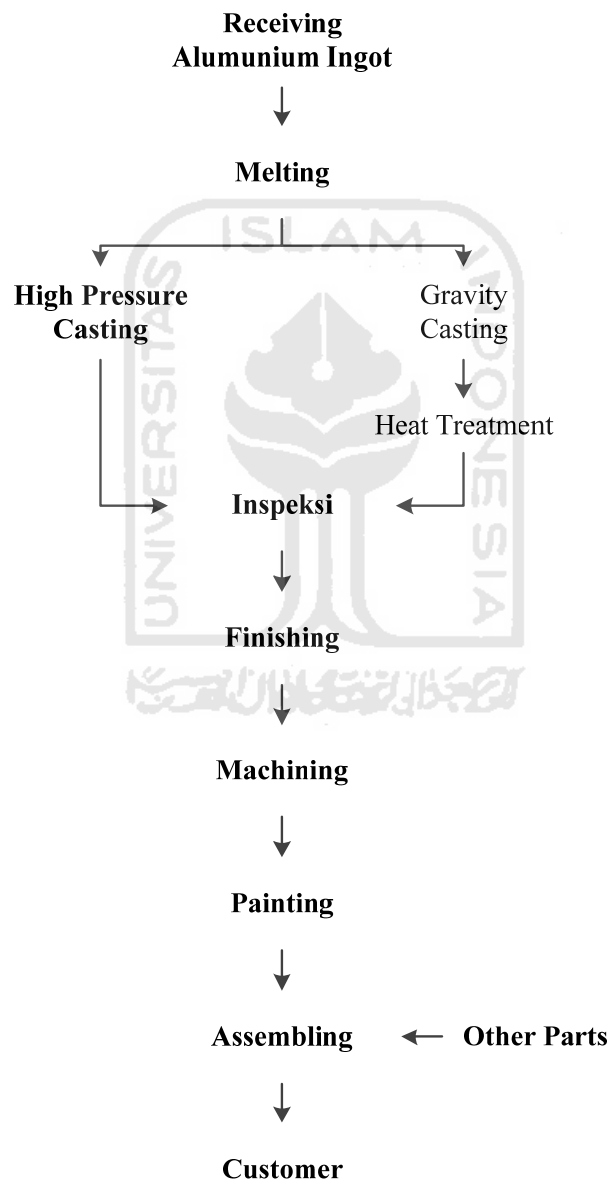
Memperoleh kepercayaan pelanggan dalam menggunakan produk kami dengan percaya diri dan nyaman.

Misi Perusahaan

1. Menjadi salah satu produsen komponen otomotif yang terbaik di antara produsen komponen otomotif di Asia.
2. Menjadi salah satu produsen komponen otomotif terbaik di Asia, dengan memegang prinsip bahwa kepuasan pelanggan menjadi prioritas utama.
3. Kami selalu berupaya menghasilkan barang bermutu tinggi dengan didukung oleh teknologi dan sumber daya manusia yang baik serta pengiriman barang tepat waktu.

4.1.1.3 Proses Produksi

Proses produksi pada perusahaan tersebut mempunyai unit-unit operasi, yang masing-masing unit mempunyai spesifikasi dan fungsi-fungsi tersendiri. Berikut adalah keterangan flow proses produksi casting part Cap Master Cylinder KEVA pada perusahaan tersebut:



Gambar 4.2 Flow Proses Casting Part

1. Receiving Alumunium

Pada proses penerimaan material disini alumunium/ingot yang datang segera dilakukan pemberian tanda warna pada alumunium/ingot berfungsi untuk membedakan jenis ingot agar memudahkan operator untuk melakukan proses peleburan ingot dengan melihat tanda warna yang diberikan.



Gambar 4.3 Proses Receiving

2. Melting

Alumunium / Ingot ADC-3 kemudian dileburkan dengan suhu *melting chamber* bisa mencapai 800°C - 850°C pada dapur peleburan nyala api suhu tersebut dikendalikan oleh alat pengendali otomatis, leburan yang telah di treatment dimasukan material Flux 4363 agar kotoran oksida dan bahan-bahan impuritas dapat ditarik dari permukaan alumunium cair keluar dari *holding chamber*.



Gambar 4.4 Proses Melting

3. *Holimesy*

Pada holimesy aluminium cair dari ruang holding chamber (dapur pelebur) dengan menggunakan ladle carier akan membawa aluminium cair ke area casting ke holimesy (dapur penahan suhu aluminium). Proses penuangan Al cair dari ladle ke holimesy saat didalam holimesy Al yang mengalami penurunan suhu karena proses dari ladle kemudian dipanaskan kembali menggunakan heater atau burner dengan suhu 650°C - 690°C untuk menjaga suhu tetap stabil dan masih dalam batasan minimum-maksimum.



Gambar 4.5 Proses Penyuplai Al

4. *Dies Casting*

Pada proses *dies casting* Al cair yang berada di dalam holimesy diambil kemudian dituangkan ke dalam hole plunger sleeve mesin casting dengan menggunakan lengan robot mekanik selanjutnya dilakukan proses injeksi dengan tekanan tinggi, tunggu beberapa saat hingga gerakan moveable die dikeluarkan material dari dalam dies.



Gambar 4.6 High Pressure Casting

5. Inspeksi

Pada proses inspeksi ini produk aluminium yang sudah jadi dilakukan check visual dan check sheet setelah itu produk yang sesuai dengan spesifikasi siap lanjut produksi. Jika produk sesuai dengan spesifikasi, produk langsung ke proses OK namun jika tidak sesuai dengan spesifikasi produk langsung menjadi produk NG.



Gambar 4.7 Part Cap M/C KEVA

6. Finishing

Pada proses finishing part yang dikatakan *Not Good* dilakukan beberapa proses sebagai berikut:

a. Cutting

Proses pelepasan part dari cavity dies dengan menggunakan palu kayu atau karet agar part dapat disusun di lorry.

b. Trimming

Merupakan proses penghilangan sisa-sisa/burly bekas casting pada area luar atau yang tidak bias di jangkau oleh proses grinding. Adapun alat yang digunakan pada proses trimming untuk part cap master cylinder KEVA yaitu kikir.

c. Buffing

Merupakan proses penghilangan gompal/pecah, gores, gelombang, dan kerut dengan menggunakan mesin buffing.

d. Shotblast

Merupakan pemberian spray dengan menggunakan pasir zinc shoot untuk membuat permukaan part material dengan kekasaran tertentu.

7. Machining

Proses pembuatan benda kerja dengan perautan menghilangkan material yang tidak diinginkan dan melubangi part sesuai profil part kemudian part dirapihkan untuk mendapatkan bentuk dan ukuran sesuai standar diminta.



Gambar 4.8 Proses Machining

8. Painting

Pada proses painting part yang sudah sesuai spesifikasi kemudian dilapisi cat yang berfungsi membentuk lapisan film agar part terhindar dari korosi dan bertahan lama. Proses shootblast pada finishing membantu lapisan cat mudah melekat pada part dan membuat part tahan lama.

9. Assembling

Pada proses Assembling ini part yang sudah selesai di painting kemudian dirakit dengan part lainnya agar membentuk final part untuk kemudian di packing dan dikirim kepada customer yang memesan part tersebut.



Gambar 4.9 Proses Assembling

4.1.2 Data Produksi

Berikut adalah data produksi pada departemen casting untuk part Cap M/C KEVA diambil dari bulan Agustus hingga September 2016 :

Tabel 4.1 Data Produksi Cap M/C KEVA

No	Tanggal	Rencana Produksi	Produksi Aktual	
			OK	NG
1	29/08/2016	5500	4825	675
2	30/08/2016	5500	4932	568
3	31/08/2016	5500	5167	333
4	01/09/2016	5500	5106	394
5	02/09/2016	5500	5014	486
6	03/09/2016	5500	4962	538
7	05/09/2016	5500	5121	379
8	06/09/2016	5500	5007	493
9	07/09/2016	5500	4876	624
10	08/09/2016	5500	4977	523
11	09/09/2016	5500	4838	662
12	10/09/2016	5500	5126	374
13	13/09/2016	5500	5134	366
14	14/09/2016	5500	5088	412
15	15/09/2016	5500	5129	371
16	16/09/2016	5500	5029	471
17	17/09/2016	5500	4960	540
18	19/09/2016	5500	5008	492
19	20/09/2016	5500	4890	610
20	21/09/2016	5500	4992	508
21	22/09/2016	5500	4872	628
22	23/09/2016	5500	4832	668
23	24/09/2016	5500	4907	593
24	26/09/2016	5500	5004	496
25	27/09/2016	5500	5107	393
Jumlah		137500	124903	12597

Sumber: Data Dept Casting PT. Chemco Harapan Nusantara, 2016

4.1.3 Data Variabel

Data variabel berisi data pengukuran variabel serta batas spesifikasi masing-masing variabel produk. Data variabel tersebut meliputi pengukuran panjang body part, lebar body part dan tebal body part. Data variabel ini merupakan variabel penting sesuai permintaan konsumen. Pengukuran-pengukuran tersebut adalah sebagai berikut :

1. Data Variabel Panjang Body Cap M/C KEVA

Tabel 4.2 Data Variabel Panjang Body Cap M/C KEVA

No	n = 5, x dalam satuan millimeter (mm)				
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	54,22	53,91	54,38	54,43	54,40
2	53,74	53,63	53,94	54,24	54,31
3	53,76	53,71	53,97	54,28	53,71
4	54,25	53,94	53,79	53,63	54,22
5	53,95	54,28	54,27	54,44	53,74
6	54,44	53,61	54,29	53,94	54,32
7	53,86	54,36	54,48	54,28	54,25
8	54,33	54,28	53,68	53,61	54,29
9	53,86	54,27	54,49	54,36	54,48
10	53,78	53,76	53,97	54,28	53,71
11	53,86	54,27	53,87	54,27	54,49
12	53,95	54,28	54,27	54,44	53,74
13	53,78	54,33	54,28	53,71	53,71
14	54,39	54,21	53,61	54,24	54,24
15	54,39	54,37	54,36	53,66	53,66
16	53,69	53,84	54,28	54,37	53,94
17	54,30	54,38	54,27	54,26	53,83
18	53,71	54,32	53,76	53,82	53,79
19	54,24	53,88	54,27	54,38	54,33

No	n = 5, x dalam satuan millimeter (mm)				
	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅
20	53,66	53,86	54,44	53,94	54,21
21	53,74	53,78	53,66	54,44	54,28
22	54,26	54,25	54,39	53,79	53,61
23	53,82	54,34	54,39	54,33	54,36
24	54,27	54,33	53,69	54,21	54,28
25	54,24	53,74	54,30	54,37	54,33

Sumber: Data Dept QA PT. Chemco Harapan Nusantara, 2016

2. Data Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA

Tabel 4.3 Data Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA

No	n = 5, x dalam satuan millimeter (mm)				
	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅
1	36,33	35,79	36,48	36,28	36,33
2	35,65	35,92	35,98	36,33	35,87
3	35,89	35,87	36,32	36,49	35,72
4	36,40	36,39	36,21	36,40	35,87
5	35,84	36,29	35,68	36,23	36,25
6	35,71	35,67	35,80	35,68	36,24
7	36,25	36,49	35,67	35,80	36,40
8	36,29	35,68	36,23	35,84	36,23
9	35,92	35,68	36,23	36,25	35,77
10	36,38	35,76	36,25	36,28	35,67
11	36,40	35,77	36,24	36,25	36,40
12	35,77	35,98	36,40	36,24	35,72
13	35,67	36,38	36,33	36,40	36,36
14	35,86	36,23	36,31	36,33	36,39
15	35,72	35,68	35,73	36,36	35,87

No	n =5, x dalam satuan millimeter (mm)				
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
16	36,36	35,80	35,92	36,30	36,36
17	36,39	36,36	35,87	35,92	36,39
18	36,40	36,39	36,21	36,40	35,87
19	35,67	36,38	36,33	36,40	36,36
20	35,67	35,82	36,33	35,79	35,65
21	36,40	35,74	36,40	35,68	36,25
22	36,24	36,33	36,26	35,80	36,24
23	36,40	36,48	36,33	35,87	36,40
24	36,33	35,79	36,48	36,28	36,33
25	36,31	35,74	36,38	35,68	36,31

Sumber: Data Dept QA PT. Chemco Harapan Nusantara, 2016

3. Data Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA

Tabel 4.4 Data Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA

No	n =5, x dalam satuan centimeter (cm)				
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	1,45	1,53	1,51	1,20	1,17
2	1,40	1,53	1,19	1,45	1,49
3	1,42	1,46	1,21	1,15	1,53
4	1,11	1,12	1,47	1,26	1,12
5	1,13	1,49	1,53	1,17	1,48
6	1,58	1,53	1,42	1,16	1,49
7	1,14	1,23	1,49	1,19	1,56
8	1,55	1,52	1,12	1,49	1,17
9	1,13	1,19	1,55	1,13	1,19
10	1,12	1,17	1,53	1,53	1,53
11	1,1	1,52	1,12	1,49	1,1

No	n =5, x dalam satuan centimeter (cm)				
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
12	1,48	1,11	1,17	1,11	1,14
13	1,46	1,19	1,47	1,54	1,16
14	1,18	1,12	1,17	1,26	1,55
15	1,19	1,46	1,14	1,27	1,54
16	1,19	1,49	1,53	1,11	1,18
17	1,45	1,54	1,28	1,54	1,42
18	1,48	1,55	1,18	1,18	1,49
19	1,15	1,17	1,56	1,23	1,20
20	1,49	1,12	1,45	1,43	1,45
21	1,18	1,22	1,47	1,16	1,55
22	1,48	1,54	1,12	1,17	1,42
23	1,46	1,53	1,28	1,19	1,47
24	1,47	1,18	1,56	1,44	1,27
25	1,21	1,18	1,11	1,55	1,11

Sumber: Data Dept QA PT. Chemco Harapan Nusantara, 2016

4.1.4 Data Atribut

Data atribut dibawah ini adalah data yang berisi jenis-jenis cacat dari part Cap M/C KEVA. Jenis cacat yang terjadi pada dalam dari part Cap M/C KEVA pada periode Agustus sampai September 2016 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.5 Jumlah Jenis Cacat Part Cap M/C KEVA

No	Jenis NG	Jumlah Produk NG (Unit)
1	Gompal/Pecah	1007
2	Gores	3452
3	Gelombang	1539
4	Kasar	2666
5	Kerut	3933
Jumlah		12597

Sumber: Data Dept QA PT. Chemco Harapan Nusantara, 2016

Tabel 4.6 Data Atribut Cap M/C KEVA

No	Gompal/Pecah	Gores	Gelombang	Kasar	Kerut
1	25	180	50	172	248
2	78	152	38	126	174
3	11	143	22	38	119
4	26	77	39	64	188
5	19	137	37	106	187
6	19	159	44	108	208
7	14	140	31	56	138
8	23	169	52	78	171
9	41	218	87	130	148
10	15	183	85	118	122
11	64	121	136	189	152

No	Gompal/Pecah	Gores	Gelombang	Kasar	Kerut
12	29	77	45	114	109
13	28	113	25	104	96
14	58	95	30	102	127
15	32	93	44	94	108
16	73	176	43	46	133
17	86	122	52	93	187
18	33	105	74	146	134
19	64	126	83	152	185
20	58	132	67	115	136
21	36	213	104	137	138
22	58	193	111	134	172
23	53	159	103	82	196
24	36	102	88	96	174
25	28	67	49	66	183
Jumlah	1007	3452	1539	2666	3933

Sumber: Data Dept QA PT. Chemco Harapan Nusantara, 2016

4.2 Pengolahan Data

Pada pengolahan data ini bertujuan untuk mengolah data dan untuk mengetahui faktor penyebab ketidaksesuaian yang berpengaruh terhadap *output* produk maka digunakan tahap DMAI (*Define – Measure – Analyze – Improve*) dengan tahapan sebagai berikut :

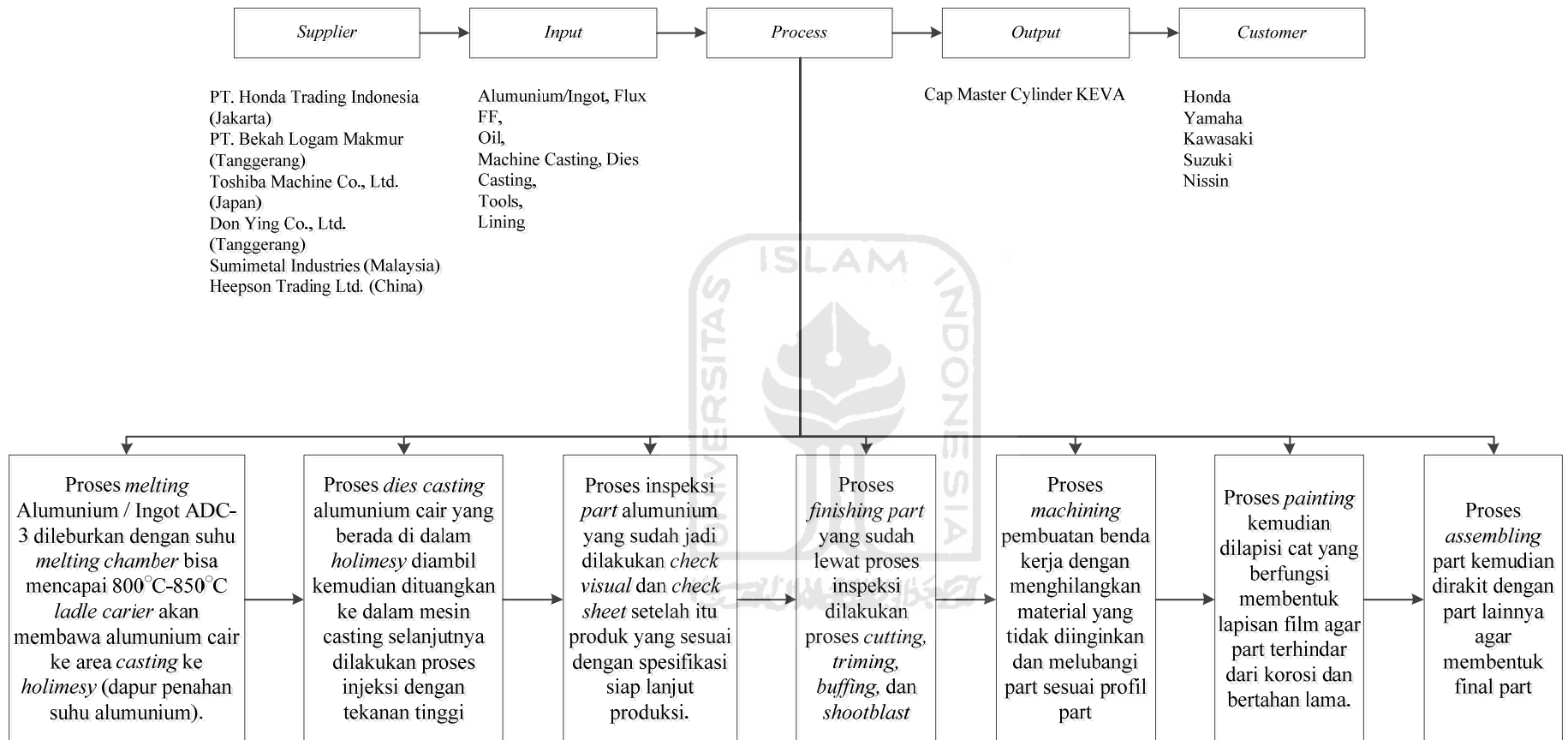
4.2.1 Tahap *Define*

Pada tahap ini melakukan penjabaran secara formal sasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atau kebutuhan konsumen dan strategi dari perusahaan.

4.2.1.1 Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Supplier – Input – Process – Output – Customer*). Diagram SIPOC digunakan untuk mendefinisikan proses yang terjadi mulai dari supplier material sampai ke customer, berikut adalah diagram SIPOC departemen casting PT. Chemco Harapan Nusantara :





Gambar 4.10 Diagram SIPOC Divisi Produksi

4.2.2 Tahap Measure

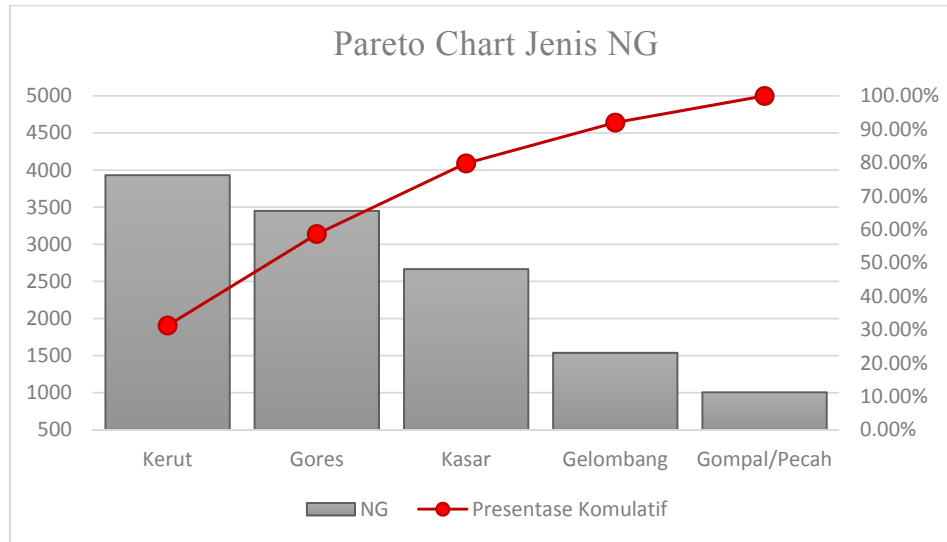
4.2.2.1 Critical To Quality (CTQ)

Critical to quality (CTQ) merupakan semua atribut-atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan konsumen. *Critical To Quality* ini pada produksi Cap M/C KEVA di PT. Chemco Harapan Nusantara ditentukan berdasarkan *Defect* atau kecacatan dari hasil *output* produksi. Identifikasi dilakukan terhadap kriteria karakteristik kualitas yang memiliki potensi dalam menimbulkan kecacatan suatu produk. Dapat dinyatakan bahwa CTQ potensial yang dapat menimbulkan kecacatan (banyak Karakteristik CTQ) ada lima. Persentase karakteristik potensial produksi Cap M/C KEVA adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7 Presentase part Not Good Cap M/C KEVA Berdasarkan Karakteristik

No	Jenis Cacat	Jumlah NG (Unit)	Presentase	Presentase Kumulatif
1	Kerut	3933	31,22%	31,22%
2	Gores	3452	27,40%	58,63%
3	Kasar	2666	21,16%	79,79%
4	Gelombang	1539	12,22%	92,01%
5	Gompal/Pecah	1007	7,99%	100,00%
Jumlah Total		12597	100,00%	

Dan setelah membuat presentasi kecacatan Cap M/C KEVA berdasarkan karakteristik, selanjutnya adalah membuat diagram Pareto. Berikut ini adalah diagram pareto jenis kecacatan produk :



Gambar 4.11 Diagram Pareto Jenis Not Good Produk

4.2.2.2 Perhitungan Biaya Kegagalan Kualitas (*Cost Of Poor Quality*)

Perhitungan *Cost Of Poor Quality* dilakukan pada produksi part part Cap M/C KEVA untuk menghitung biaya kegagalan kualitas, pada part Cap M/C KEVA memiliki tahap proses *rework* yang terjadi di dua proses trimming (A354) dan buffing (A356). Proses trimming (A354) berfungsi untuk memperbaiki permukaan part *defect* kasar, sedangkan proses buffing (A356) berfungsi untuk memperbaiki *defect* gompak/pecah, gores, gelombang, dan kerut. Terdapat *defect* gompal/pecah yang tidak dapat di *rework* hanya dilakukan proses scrap, sehingga jumlah pengerjaan scrap Rp 3000/kg. Harga jual untuk part Cap M/C KEVA Rp 28.900.

Tabel 4.8 Daftar Biaya Kegagalan Kualitas Tiap Proses

No	Proses Rework	Biaya Rework
1	Buffing (A356)	Rp 11.832
2	Triming (A354)	Rp 8.874

Tabel 4.9 Daftar Biaya *Rework* Produk Tiap *Defect*

No	Defect	Proses Rework	Jumlah Defect	Jumlah Biaya Rework
1	Gompal/Pecah	A356	1007	Rp 11.914.824
2	Gores	A356	3452	Rp 40.844.064
3	Gelombang	A356	1539	Rp 18.209.448
4	Kasar	A354	2666	Rp 23.658.084
5	Kerut	A356	3933	Rp 46.535.256
Jumlah			12597	Rp 141.161.676

Setiap Kegagalan kualitas merupakan pemborosan, sehingga biaya yang dikeluarkan berkaitan dengan kegagalan kualitas (COPQ). Berikut data biaya kegagalan kualitas yang terjadi pada produk part Cap M/C KEVA :

Tabel 4.10 Biaya Kualitas Produk Part Cap M/C KEVA

Kategori Biaya Kualitas	Jumlah	Biaya
Kegagalan Internal		
1. Pekerjaan Ulang (<i>Rework</i>)	12597	Rp 141.161.676
2. Scrap	30,5 ton	Rp 91.500.000
Biaya Total Kegagalan (COPQ)		Rp 232.661.676
Biaya Kualitas Total		Rp 232.661.676
Penjualan Total		Rp 3.973.750.000
1. Persentase Biaya Kualitas Total Terhadap Penjualan		5,85%
2. Tingkat Kapabilitas Sigma		5-sigma

Adapun perhitungan penjualan total :

1. Persentase biaya kualitas total terhadap penjualan :

$$= \frac{\text{Biaya Kualitas Total}}{\text{Penjualan Total}} \times 100\% = \frac{\text{Rp } 232.661.676}{\text{Rp } 3.973.750.000} \times 100\% = 5,85\%$$

2. Persentase biaya kegagalan total (COPQ) terhadap penjualan :

$$= \frac{\text{Biaya Kualitas Total}}{\text{Penjualan Total}} \times 100\% = \frac{\text{Rp } 232.661.676}{\text{Rp } 3.973.750.000} \times 100\% = 5,85\%$$

4.2.2.3 Pengukuran Pada Tingkat Proses dan *Output*

4.2.2.3.1 Data Variabel

Data Variabel yang akan dianalisis pada penelitian ini adalah panjang body, lebar body, dan tebal body part Cap M/C KEVA dari produksi di PT. Chemco Harapan Nusantara.

1. Variabel Panjang Body Cap M/C KEVA

a. Pengukuran Panjang Body Cap M/C KEVA

Tabel 4.11 Pengolahan Data untuk Variabel Panjang Body Cap M/C KEVA

Cap Master Cylinder KEVA						Spesifikasi: T=54 USL=54,5 LSL=53,5			
Variabel kualitas : Panjang Body Cap M/C KEVA									
Alat Ukur: V Caliper						Unit Pengukuran: millimeter (mm)			
No	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Jumlah	\bar{X}	R	S=R/d2
1	54,22	53,91	54,38	54,43	54,40	271,34	54,268	0,52	0,2236
2	53,74	53,63	53,94	54,24	54,31	269,86	53,972	0,68	0,2923
3	53,76	53,71	53,97	54,28	53,71	269,43	53,886	0,57	0,2451
4	54,25	53,94	53,79	53,63	54,22	269,83	53,966	0,62	0,2666
5	53,95	54,28	54,27	54,44	53,74	270,68	54,136	0,7	0,3009
6	54,44	53,61	54,29	53,94	54,32	270,6	54,12	0,83	0,3568
7	53,86	54,36	54,48	54,28	54,25	271,23	54,246	0,62	0,2666
8	54,33	54,28	53,68	53,61	54,29	270,19	54,038	0,72	0,3095
9	53,86	54,27	54,49	54,36	54,48	271,46	54,292	0,63	0,2709
10	53,78	53,76	53,97	54,28	53,71	269,5	53,9	0,57	0,2451
11	53,86	54,27	53,87	54,27	54,49	270,76	54,152	0,63	0,2709
12	53,95	54,28	54,27	54,44	53,74	270,68	54,136	0,7	0,3009
13	53,78	54,33	54,28	53,71	53,71	269,81	53,962	0,62	0,2666
14	54,39	54,21	53,61	54,24	54,24	270,69	54,138	0,78	0,3353
15	54,39	54,37	54,36	53,66	53,66	270,44	54,088	0,73	0,3138
16	53,69	53,84	54,28	54,37	53,94	270,12	54,024	0,68	0,2923
17	54,30	54,38	54,27	54,26	53,83	271,04	54,208	0,55	0,2365

Cap Master Cylinder KEVA						Spesifikasi: T=54 USL=54,5 LSL=53,5			
Variabel kualitas : Panjang Body Cap M/C KEVA									
Alat Ukur: V Caliper						Unit Pengukuran: millimeter (mm)			
No	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Jumlah	\bar{X}	R	S=R/d2
18	53,71	54,32	53,76	53,82	53,79	269,4	53,88	0,61	0,2623
19	54,24	53,88	54,27	54,38	54,33	271,1	54,22	0,5	0,2150
20	53,66	53,86	54,44	53,94	54,21	270,11	54,022	0,78	0,3353
21	53,74	53,78	53,66	54,44	54,28	269,9	53,98	0,78	0,3353
22	54,26	54,25	54,39	53,79	53,61	270,3	54,06	0,78	0,3353
23	53,82	54,34	54,39	54,33	54,36	271,24	54,248	0,57	0,2451
24	54,27	54,33	53,69	54,21	54,28	270,78	54,156	0,64	0,2752
25	54,24	53,74	54,30	54,37	54,33	270,98	54,196	0,63	0,2709
Jumlah							1352,294	16,440	7,068
Rata-Rata							54,092	0,658	0,283

Cara perhitungan proses pada tabel 4.9 :

$$1) \text{ Menghitung rata-rata (mean) proses} = \bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{25} = \frac{1352,294}{25} = 54,092$$

$$2) \text{ Range Proses } (\bar{R}) = \bar{R} = \frac{\sum R}{25} = \frac{16,440}{25} = 0,658$$

3) Nilai d₂ untuk ukuran n = 5 adalah 2,326

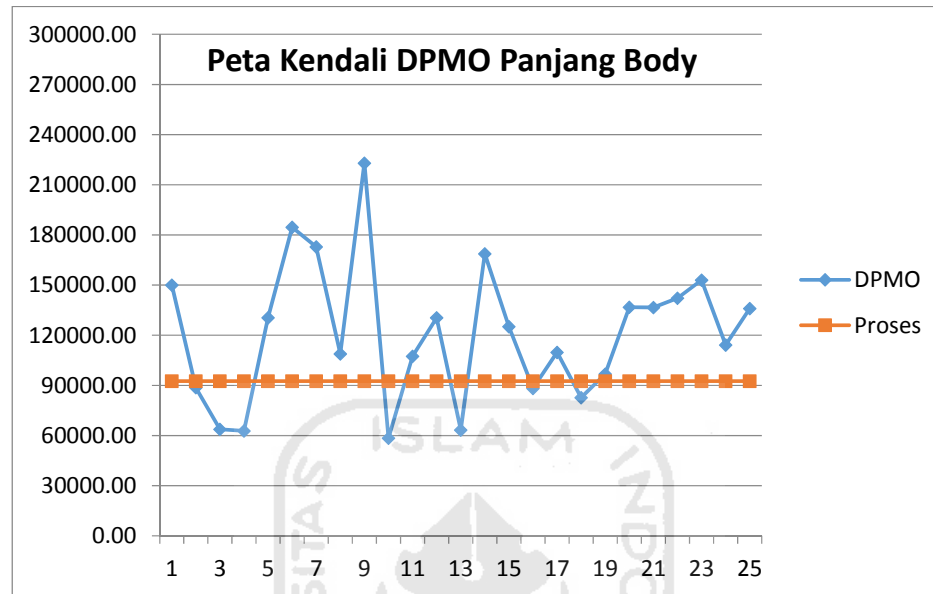
$$4) \text{ Standar deviasi Proses} = S = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,658}{2,326} = 0,238$$

b. Menentukan DPMO dan Tingkat Sigma

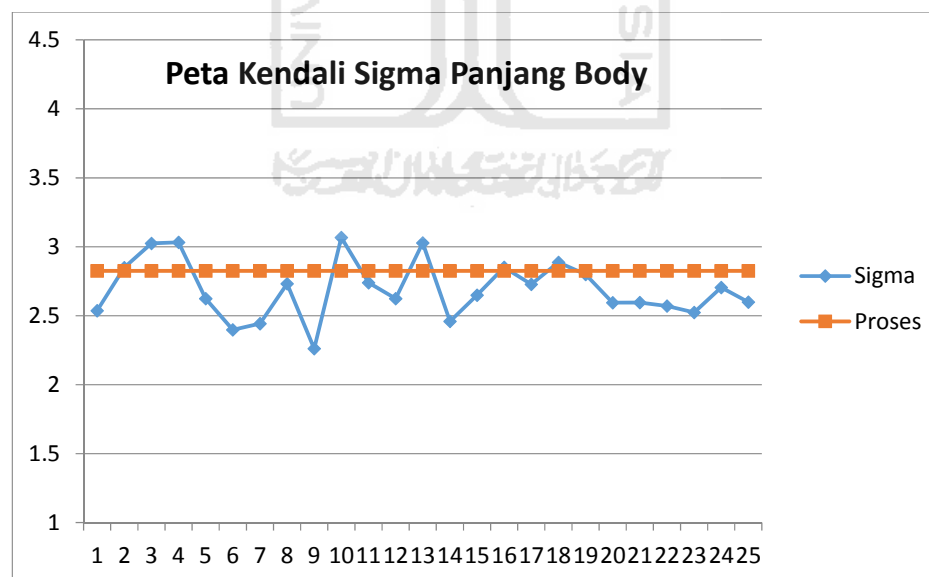
Tabel 4.12 Pehitungan DPMO dan Nilai Sigma Variabel Panjang Body Cap M/C KEVA

No	\bar{X} (mm)	R	S=R/d2	DPMO	Sigma
1	54,268	0,52	0,2236	149988,26	2,536483749
2	53,972	0,68	0,2923	88661,25	2,849045019
3	53,886	0,57	0,2451	63723,85	3,024244268
4	53,966	0,62	0,2666	62779,50	3,031851877
5	54,136	0,7	0,3009	130517,53	2,623948077
6	54,12	0,83	0,3568	184607,06	2,397946424
7	54,246	0,62	0,2666	172883,33	2,442832347
8	54,038	0,72	0,3095	108883,86	2,732485679
9	54,292	0,63	0,2709	222985,87	2,262147893
10	53,90	0,57	0,2451	58484,38	3,067624659
11	54,152	0,63	0,2709	107461,56	2,740141362
12	54,136	0,7	0,3009	130517,53	2,623948077
13	53,962	0,62	0,2666	63302,54	3,027627381
14	54,138	0,78	0,3353	168731,60	2,459189662
15	54,088	0,73	0,3138	125129,13	2,649722311
16	54,024	0,68	0,2923	88276,64	2,851443889
17	54,208	0,55	0,2365	109810,72	2,727535356
18	53,88	0,61	0,2623	82707,29	2,887089169
19	54,22	0,5	0,2150	96767,39	2,800193166
20	54,022	0,78	0,3353	136796,93	2,594823757
21	53,98	0,78	0,3353	136650,80	2,595490965
22	54,06	0,78	0,3353	142207,52	2,570453917
23	54,248	0,57	0,2451	153030,93	2,523520388
24	54,156	0,64	0,2752	114167,99	2,704656359
25	54,196	0,63	0,2709	135938,58	2,598749918
Proses	54,09176	0,6576	0,2827	92540,59	2,82527133

Berdasarkan tabel 4.10 perhitungan nilai DPMO dan nilai Sigma jika dibuat kedalam suatu grafik, maka akan muncul gambar grafik sebagai berikut ini:



Gambar 4.12 Grafik Pola DPMO Variabel Panjang Body Cap M/C KEVA



Gambar 4.13 Grafik Nilai Kapabilitas Sigma Variabel Panjang Body Cap M/C KEVA

Dapat dilihat pada gambar grafik 4.5 dan 4.6 diatas diketahui bahwa pola DPMO dari kecacatan part Cap M/C KEVA dan pola nilai kapabilitas sigma yang dihasilkan oleh

variable panjang Cap M/C KEVA masih bervariasi naik turun sepanjang proses produksi.. Dalam *baseline* kinerja dapat digunakan nilai DPMO sebesar 92540,59 dan nilai kapabilitas sigma sebesar 2,82527. Perhitungan DPMO dan nilai kapabilitas sigma untuk proses diatas dapat diikuti seperti pada tabel 4.11 berikut ini:

Tabel 4.13 Cara DPMO dan Kapabilitas Nilai Sigma Variabel Panjang Cap M/C KEVA

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang ingin diketahui?	-	Panjang Body Cap M/C KEVA
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas (USL)	USL	54,5 mm
3	Tentukan nilai batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL	53,5 mm
4	Tentukan nilai spesifikasi target	T	54 mm
5	Berapa nilai rata-rata proses?	\bar{X}	54,0918
6	Berapa nilai standar deviasi dari proses?	S	0,283
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada di atas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P [z \geq (USL - \bar{X}) / S] \times 1.000.000$	74371,233
8	Hitung kemungkinan cacat yang berada di bawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P [z \leq (LSL - \bar{X}) / S] \times 1.000.000$	18169,354
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	(Langkah 7) + (Langkah 8)	92540,587
10	Konversi DPMO (langkah 9) ke dalam nilai sigma (lihat tabel konversi DPMO ke nilai sigma)	-	2,82527
11	Hitung kemampuan proses di atas dalam ukuran nilai Sigma	-	Nilai Sigma 2,82527

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
12	Hitung kapabilitas proses di atas dalam indeks kapabilitas proses	$Cpm = (USL - LSL) / \{6\sqrt{(\bar{X} - T)^2 + S^2}\}$	0,5607

Cara perhitungan untuk proses secara keseluruhan :

1) Langkah 7

Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO):

$$\begin{aligned}
 &= P\{z \geq (USL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000 \\
 &= P\{z \geq (54,5 - 54,0918) / 0,283\} \times 1.000.000 \\
 &= P\{z \geq (1,44)\} \times 1.000.000 \\
 &= \{1 - P(z \leq 1,44)\} \times 1.000.000 \\
 &= (1 - 0.9256) \times 1.000.000 = 74371,233 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

2) Langkah 8

$$\begin{aligned}
 &= P\{z \leq (LSL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000 \\
 &= P\{z \leq (53,5 - 54,0918) / 0,283\} \times 1.000.000 \\
 &= P\{z \leq (-2,09)\} \times 1.000.000 \\
 &= P(z \leq -2,09) \times 1.000.000 \\
 &= (0,0182) \times 1.000.000 = 18169,354 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

3) Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Langkah 7} + \text{Langkah 8} \\
 &= 74371,233 + 18169,354 = 92540,587 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

4) Perhitungan nilai sigma menggunakan formula pada Microsoft Excel

$$\begin{aligned}
 &= \text{normsinv}((1000000 - \text{DPMO})/1000000) + 1,5 \\
 &= \text{normsinv}((1000000 - 92540,587)/1000000) + 1,5 \\
 &= 2,82527 \text{ sigma}
 \end{aligned}$$

5) Indeks Kapabilitas Proses (Cpm)

$$\begin{aligned}
 C_{pm} &= \frac{USL - LSL}{6\sqrt{(\bar{\bar{X}} - T)^2 + S^2}} \\
 &= \frac{54,5 - 53,5}{6\sqrt{(54,0918 - 54)^2 + 0,283^2}} \\
 &= \frac{1}{6\sqrt{0,00841990 + 0,0799}} \\
 &= 0,5607
 \end{aligned}$$

2. Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA

a. Pengukuran Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA

Tabel 4.14 Pengolahan Data untuk Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA

Cap Master Cylinder KEVA						Spesifikasi: T=36 USL=36,5 LSL=35,5			
Variabel kualitas : Lebar Body Cap M/C KEVA									
Alat Ukur: V Caliper						Unit Pengukuran: millimeter (mm)			
No	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Jumlah	\bar{X}	R	S=R/d2
1	36,33	35,79	36,48	36,28	36,33	181,21	36,242	0,69	0,2966
2	35,65	35,92	35,98	36,33	35,87	179,75	35,95	0,68	0,2923
3	35,89	35,87	36,32	36,49	35,72	180,29	36,058	0,77	0,3310
4	36,40	36,39	36,21	36,40	35,87	181,27	36,254	0,53	0,2279
5	35,84	36,29	35,68	36,23	36,25	180,29	36,058	0,61	0,2623
6	35,71	35,67	35,80	35,68	36,24	179,1	35,82	0,57	0,2451
7	36,25	36,49	35,67	35,80	36,40	180,61	36,122	0,82	0,3525
8	36,29	35,68	36,23	35,84	36,23	180,27	36,054	0,61	0,2623
9	35,92	35,68	36,23	36,25	35,77	179,85	35,97	0,57	0,2451
10	36,38	35,76	36,25	36,28	35,67	180,34	36,068	0,71	0,3052
11	36,40	35,77	36,24	36,25	36,40	181,06	36,212	0,63	0,2709
12	35,77	35,98	36,40	36,24	35,72	180,11	36,022	0,68	0,2923

Cap Master Cylinder KEVA						Spesifikasi: T=36 USL=36,5 LSL=35,5			
Variabel kualitas : Lebar Body Cap M/C KEVA									
Alat Ukur: V Caliper						Unit Pengukuran: millimeter (mm)			
No	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Jumlah	\bar{X}	R	S=R/d2
13	35,67	36,38	36,33	36,40	36,36	181,14	36,228	0,73	0,3138
14	35,86	36,23	36,31	36,33	36,39	181,12	36,224	0,53	0,2279
15	35,72	35,68	35,73	36,36	35,87	179,36	35,872	0,68	0,2923
16	36,36	35,80	35,92	36,30	36,36	180,74	36,148	0,56	0,2408
17	36,39	36,36	35,87	35,92	36,39	180,93	36,186	0,52	0,2236
18	36,40	36,39	36,21	36,40	35,87	181,27	36,254	0,53	0,2279
19	35,67	36,38	36,33	36,40	36,36	181,14	36,228	0,73	0,3138
20	35,67	35,82	36,33	35,79	35,65	179,26	35,852	0,68	0,2923
21	36,40	35,74	36,40	35,68	36,25	180,47	36,094	0,72	0,3095
22	36,24	36,33	36,26	35,80	36,24	180,87	36,174	0,53	0,2279
23	36,40	36,48	36,33	35,87	36,40	181,48	36,296	0,61	0,2623
24	36,33	35,79	36,48	36,28	36,33	181,21	36,242	0,69	0,2966
25	36,31	35,74	36,38	35,68	36,31	180,42	36,084	0,7	0,3009
Jumlah							902,712	16,080	6,913
Rata-Rata							36,1085	0,643	0,277

Cara perhitungan proses pada tabel 4.12 :

$$1) \text{ Menghitung rata-rata (mean) proses} = \bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{25} = \frac{902,712}{25} = 36,108$$

$$2) \text{ Range Proses } (\bar{R}) = \bar{R} = \frac{\sum R}{25} = \frac{16,080}{25} = 0,643$$

3) Nilai d₂ untuk ukuran n = 5 adalah 2,326

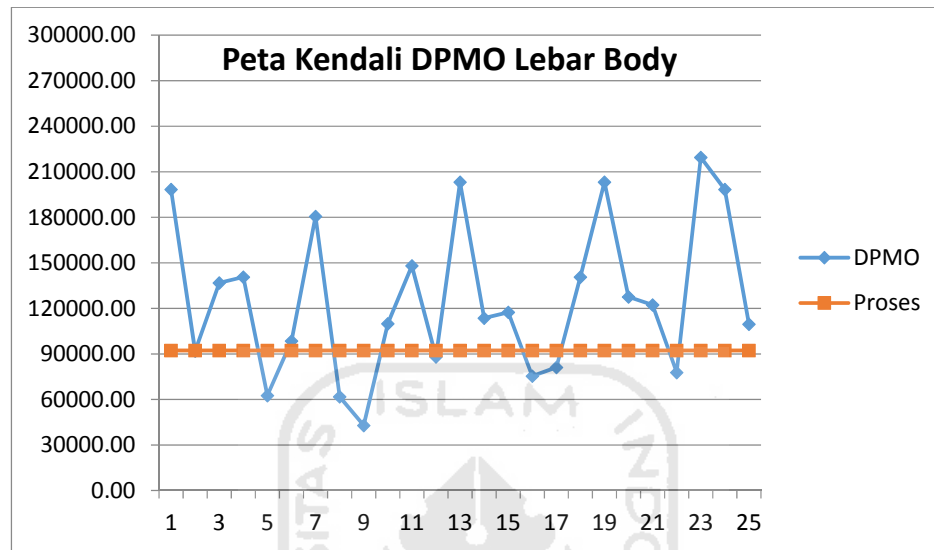
$$4) \text{ Standar deviasi Proses} = S = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,643}{2,326} = 0,277$$

b. Menentukan DPMO dan Tingkat Sigma

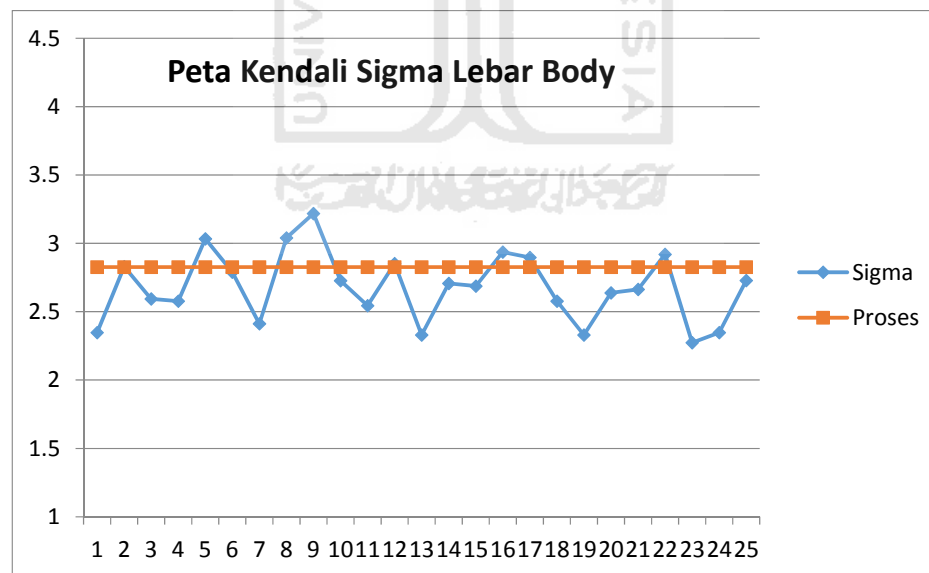
Tabel 4.15 Pehitungan DPMO dan Nilai Sigma Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA

No	\bar{X} (mm)	R	S=R/d2	DPMO	Sigma
1	36,242	4,3	1,8487	106278,63	2,74656
2	35,95	4,6	1,9776	143493,64	2,56475
3	36,058	5,4	2,3216	214197,26	2,29194
4	36,254	4,6	1,9776	140520,49	2,57798
5	36,242	0,69	0,2966	198413,29	2,347302429
6	35,95	0,68	0,2923	91833,80	2,829546884
7	36,058	0,77	0,3310	136844,93	2,594604675
8	36,254	0,53	0,2279	140624,85	2,577516237
9	36,058	0,61	0,2623	62636,26	3,033013516
10	35,82	0,57	0,2451	98567,24	2,789758615
11	36,122	0,82	0,3525	180644,56	2,412911456
12	36,054	0,61	0,2623	61827,71	3,039610112
13	35,97	0,57	0,2451	42839,32	3,218647179
14	36,068	0,71	0,3052	109882,89	2,727151173
15	36,212	0,63	0,2709	148104,70	2,544596706
16	36,022	0,68	0,2923	88106,52	2,852507437
17	36,228	0,73	0,3138	203240,86	2,330100946
18	36,224	0,53	0,2279	113637,92	2,707405948
19	35,872	0,68	0,2923	117456,81	2,687796429
20	36,148	0,56	0,2408	75419,20	2,936576388
21	36,186	0,52	0,2236	81153,71	2,897353085
22	36,254	0,53	0,2279	140624,85	2,577516237
23	36,228	0,73	0,3138	203240,86	2,330100946
24	35,852	0,68	0,2923	127612,93	2,637747695
25	36,094	0,72	0,3095	122321,96	2,663457531
Proses	36,10848	0,6432	0,2765	92297,30	2,82674034

Berdasarkan tabel 4.13 perhitungan nilai DPMO dan nilai Sigma jika dibuat kedalam suatu grafik, maka akan muncul gambar grafik sebagai berikut ini:



Gambar 4.14 Grafik Pola DPMO Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA



Gambar 4.15 Grafik Nilai Kapabilitas Sigma Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA

Dapat dilihat dari gambar grafik 4.7 dan 4.8 diatas diketahui bahwa pola DPMO dari kecacatan part Cap M/C KEVA dan pola nilai kapabilitas sigma yang dihasilkan oleh

variable lebar Cap M/C KEVA masih bervariasi naik turun sepanjang proses produksi. Dalam *baseline* kinerja dapat digunakan nilai DPMO sebesar 92297,296 dan nilai kapabilitas sigma sebesar 2,82674. Perhitungan DPMO dan nilai kapabilitas sigma untuk proses diatas dapat diikuti seperti pada tabel 4.14 berikut ini:

Tabel 4.16 Cara DPMO dan Kapabilitas Nilai Sigma Variabel Lebar Cap M/C KEVA

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang ingin diketahui?	-	Lebar Body Cap M/C KEVA
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas (USL)	USL	36,5 mm
3	Tentukan nilai batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL	35,5 mm
4	Tentukan nilai spesifikasi target	T	36 mm
5	Berapa nilai rata-rata proses?	\bar{X}	36,1085 mm
6	Berapa nilai standar deviasi dari proses?	S	0,277
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada di atas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P [z \geq (USL - \bar{X}) / S] \times 1.000.000$	78409,531
8	Hitung kemungkinan cacat yang berada di bawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P [z \leq (LSL - \bar{X}) / S] \times 1.000.000$	13887,765
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	(Langkah 7) + (Langkah 8)	92297,296
10	Konversi DPMO (langkah 9) ke dalam nilai sigma (lihat tabel konversi DPMO ke nilai sigma)	-	2,82674
11	Hitung kemampuan proses di atas dalam ukuran nilai Sigma	-	Nilai Sigma 2,82674

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
12	Hitung kapabilitas proses di atas dalam indeks kapabilitas proses	$C_{pm} = (USL - LSL) / \{6\sqrt{(\bar{X} - T)^2 + S^2}\}$	0,5611

Cara perhitungan untuk proses pada tabel 4.14 :

1) Langkah 7

Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO):

$$\begin{aligned}
 &= P\{z \geq (USL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000 \\
 &= P\{z \geq (36,5 - 36,1085) / 0,277\} \times 1.000.000 \\
 &= P\{z \geq (1,42)\} \times 1.000.000 \\
 &= \{1 - P(z \leq 1,42)\} \times 1.000.000 \\
 &= (1 - 0,9216) \times 1.000.000 = 78409,531 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

2) Langkah 8

$$\begin{aligned}
 &= P\{z \leq (LSL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000 \\
 &= P\{z \leq (35,5 - 54,0918) / 0,283\} \times 1.000.000 \\
 &= P\{z \leq (-2,20)\} \times 1.000.000 \\
 &= P(z \leq -2,20) \times 1.000.000 \\
 &= (0,0139) \times 1000.000 = 13887,765 \text{ unit.}
 \end{aligned}$$

3) Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Langkah 7} + \text{Langkah 8} \\
 &= 78409,531 + 13887,765 = 92297,296 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

4) Perhitungan nilai sigma menggunakan formula pada Microsoft Excel

$$\begin{aligned}
 &= \text{normsinv}((1000000 - \text{DPMO}) / 1000000) + 1,5 \\
 &= \text{normsinv}((1000000 - 92297,296) / 1000000) + 1,5 \\
 &= 2,82674 \text{ sigma}
 \end{aligned}$$

5) Indeks Kapabilitas Proses (Cpm)

$$\begin{aligned}
 C_{pm} &= \frac{USL - LSL}{6\sqrt{(\bar{\bar{X}} - T)^2 + S^2}} \\
 &= \frac{36,5 - 35,5}{6\sqrt{(36,1085 - 36)^2 + 0,277^2}} \\
 &= \frac{6}{6\sqrt{0,01176791 + 0,0765}} \\
 &= 0.5611
 \end{aligned}$$

3. Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA

a. Pengukuran Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA

Tabel 4.17 Pengolahan Data untuk Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA

Cap Master Cylinder KEVA						Spesifikasi: T= 1,3, USL=1,6, LSL=1,0			
Variabel kualitas : Tebal Body Cap M/C KEVA									
Alat Ukur: V Caliper						Unit Pengukuran: centimeter (cm)			
No	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Jumlah	\bar{X}	R	S=R/d2
1	1,45	1,53	1,51	1,20	1,17	6,86	1,372	0,36	0,1548
2	1,40	1,53	1,19	1,45	1,49	7,06	1,412	0,34	0,1462
3	1,42	1,46	1,21	1,15	1,53	6,77	1,354	0,38	0,1634
4	1,11	1,12	1,47	1,26	1,12	6,08	1,216	0,36	0,1548
5	1,13	1,49	1,53	1,17	1,48	6,8	1,36	0,4	0,1720
6	1,58	1,53	1,42	1,16	1,49	7,18	1,436	0,42	0,1806
7	1,14	1,23	1,49	1,19	1,56	6,61	1,322	0,42	0,1806
8	1,55	1,52	1,12	1,49	1,17	6,85	1,37	0,43	0,1849
9	1,13	1,19	1,55	1,13	1,19	6,19	1,238	0,42	0,1806
10	1,12	1,17	1,53	1,53	1,53	6,88	1,376	0,41	0,1763
11	1,1	1,52	1,12	1,49	1,1	6,33	1,266	0,42	0,1806
12	1,48	1,11	1,17	1,11	1,14	6,01	1,202	0,37	0,1591

Cap Master Cylinder KEVA						Spesifikasi: T= 1,3, USL=1,6, LSL=1,0			
Variabel kualitas : Tebal Body Cap M/C KEVA									
Alat Ukur: V Caliper						Unit Pengukuran: centimeter (cm)			
No	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Jumlah	\bar{X}	R	S=R/d2
13	1,46	1,19	1,47	1,54	1,16	6,82	1,364	0,38	0,1634
14	1,18	1,12	1,17	1,26	1,55	6,28	1,256	0,43	0,1849
15	1,19	1,46	1,14	1,27	1,54	6,6	1,32	0,4	0,1720
16	1,19	1,49	1,53	1,11	1,18	6,5	1,3	0,42	0,1806
17	1,45	1,54	1,28	1,54	1,42	7,23	1,446	0,26	0,1118
18	1,48	1,55	1,18	1,18	1,49	6,88	1,376	0,37	0,1591
19	1,15	1,17	1,56	1,23	1,20	6,31	1,262	0,41	0,1763
20	1,49	1,12	1,45	1,43	1,45	6,94	1,388	0,37	0,1591
21	1,18	1,22	1,47	1,16	1,55	6,58	1,316	0,39	0,1677
22	1,48	1,54	1,12	1,17	1,42	6,73	1,346	0,42	0,1806
23	1,46	1,53	1,28	1,19	1,47	6,93	1,386	0,34	0,1462
24	1,47	1,18	1,56	1,44	1,27	6,92	1,384	0,38	0,1634
25	1,21	1,18	1,11	1,55	1,11	6,16	1,232	0,44	0,1892
Jumlah							33,300	9,740	4,187
Rata-Rata							1,332	0,390	0,167

Cara perhitungan proses pada tabel 4.15 :

$$1) \text{ Menghitung rata-rata (mean) proses} = \bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{25} = \frac{33,300}{25} = 1,332$$

$$2) \text{ Range Proses } (\bar{R}) = \bar{R} = \frac{\sum R}{25} = \frac{9,740}{25} = 0,390$$

3) Nilai d₂ untuk ukuran n = 5 adalah 2,326

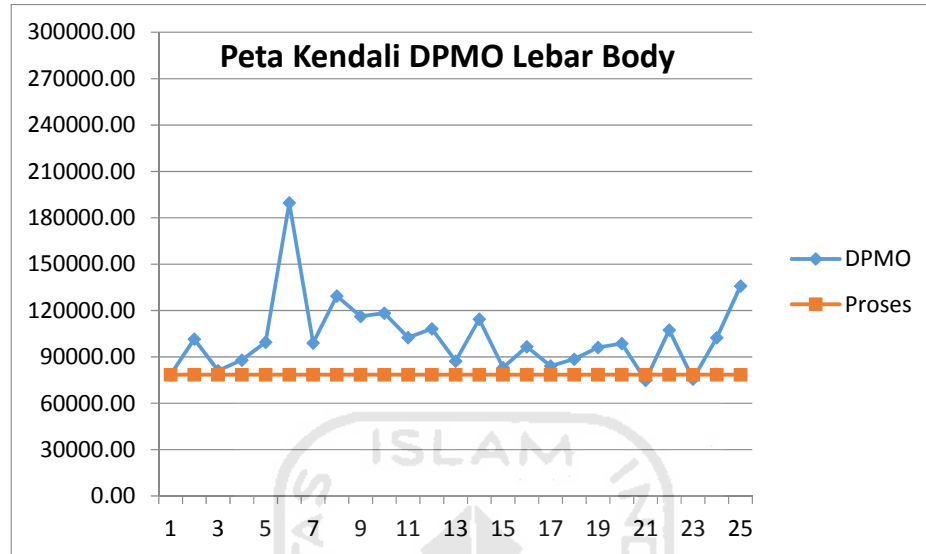
$$4) \text{ Standar deviasi Proses} = S = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,390}{2,326} = 0,1675$$

b. Menentukan DPMO dan Tingkat Sigma

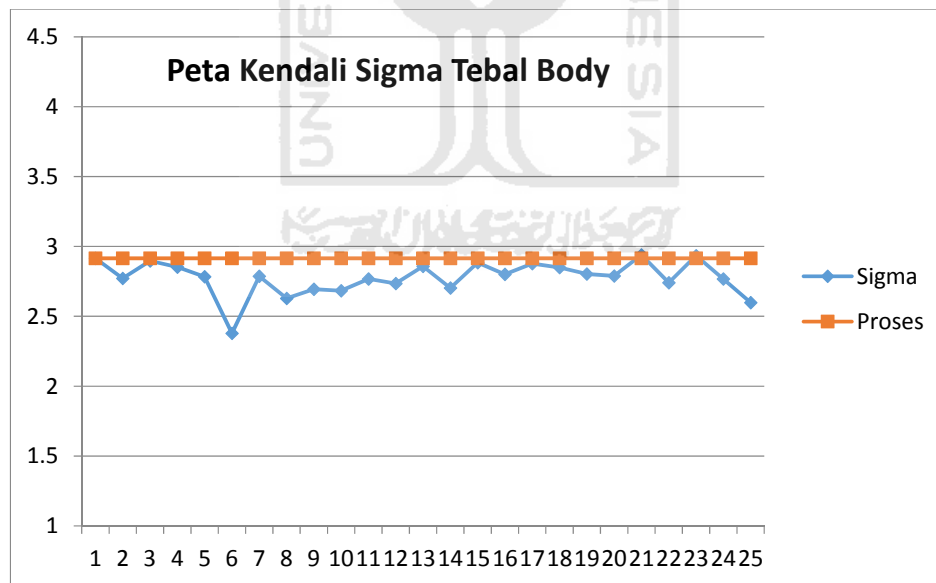
Tabel 4.18 Pehitungan DPMO dan Nilai Sigma Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA

No	\bar{X} (mm)	R	S=R/d2	DPMO	Sigma
1	1,372	0,36	0,1548	78476,29	2,915395482
2	1,412	0,34	0,1462	101608,84	2,772437592
3	1,354	0,38	0,1634	81185,01	2,897144833
4	1,216	0,36	0,1548	87966,98	2,85338092
5	1,36	0,4	0,1720	99574,22	2,783981453
6	1,436	0,42	0,1806	189749,75	2,378818863
7	1,322	0,42	0,1806	99101,56	2,78668784
8	1,37	0,43	0,1849	129396,50	2,629248531
9	1,238	0,42	0,1806	116233,39	2,694028594
10	1,376	0,41	0,1763	118359,40	2,683227987
11	1,266	0,42	0,1806	102534,23	2,767242891
12	1,202	0,37	0,1591	108239,74	2,735943723
13	1,364	0,38	0,1634	87227,73	2,858025944
14	1,256	0,43	0,1849	114445,87	2,703218579
15	1,32	0,4	0,1720	83127,46	2,884338239
16	1,3	0,42	0,1806	96627,40	2,801010657
17	1,446	0,26	0,1118	84179,82	2,877493791
18	1,376	0,37	0,1591	88586,20	2,849512554
19	1,262	0,41	0,1763	96175,75	2,803654223
20	1,388	0,37	0,1591	98670,16	2,789166181
21	1,316	0,39	0,1677	74889,28	2,940314078
22	1,346	0,42	0,1806	107432,75	2,740297177
23	1,386	0,34	0,1462	75732,19	2,934378177
24	1,384	0,38	0,1634	102434,04	2,767803628
25	1,232	0,44	0,1892	135881,78	2,599010353
Proses	1,332	0,3896	0,1675	78530,20	2,915027612

Berdasarkan tabel 4.16 perhitungan nilai DPMO dan nilai Sigma jika dibuat kedalam suatu grafik, maka akan muncul gambar grafik sebagai berikut ini:



Gambar 4.16 Grafik Pola DPMO Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA



Gambar 4.17 Grafik Nilai Kapabilitas Sigma Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA

Dapat dilihat dari gambar grafik 4.9 dan 4.10 diatas diketahui bahwa pola DPMO dari kecacatan part Cap M/C KEVA dan pola nilai kapabilitas sigma yang dihasilkan oleh variabel tebal Cap M/C KEVA masih bervariasi naik turun sepanjang proses produksi. Dalam *baseline* kinerja dapat digunakan nilai DPMO sebesar 78530,200 dan nilai kapabilitas sigma sebesar 2,91503. Perhitungan DPMO dan nilai Sigma untuk proses diatas dapat diikuti seperti tabel 4.17 berikut ini:

Tabel 4.19 Cara DPMO dan Kapabilitas Nilai Sigma Variabel Tebal Cap M/C KEVA

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang ingin diketahui?	-	Tebal Body Cap M/C KEVA
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas (USL)	USL	1,6 cm
3	Tentukan nilai batas spesifikasi bawah (LSL)	LSL	1,0 cm
4	Tentukan nilai spesifikasi target	T	1,3 cm
5	Berapa nilai rata-rata proses?	\bar{X}	1,332
6	Berapa nilai standar deviasi dari proses?	S	0,1675
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada di atas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P [z \geq (USL - \bar{X}) / S] \times 1.000.000$	54797,014
8	Hitung kemungkinan cacat yang berada di bawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P [z \leq (LSL - \bar{X}) / S] \times 1.000.000$	23733,186
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	(Langkah 7) + (Langkah 8)	78530,200
10	Konversi DPMO (langkah 9) ke dalam nilai sigma (lihat tabel konversi DPMO ke nilai sigma)	-	2,91503

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
11	Hitung kemampuan proses di atas dalam ukuran nilai Sigma	-	Nilai Sigma 2,91503
12	Hitung kapabilitas proses di atas dalam indeks kapabilitas proses	$C_{pm} = (USL - LSL) / \{6\sqrt{(\bar{X} - T)^2 + S^2}\}$	0.5864167

Cara perhitungan untuk proses secara keseluruhan pada tabel 4.17 :

1) Langkah 7

Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO):

$$\begin{aligned}
 &= P\{z \geq (USL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000 \\
 &= P\{z \geq (1,6 - 1,332) / 0,1675\} \times 1.000.000 \\
 &= P\{z \geq (1,6)\} \times 1.000.000 \\
 &= \{1 - P(z \leq 0,9452)\} \times 1.000.000 \\
 &= (1 - 0,9452) \times 1000.000 = 54797,014 \text{ unit.}
 \end{aligned}$$

2) Langkah 8

$$\begin{aligned}
 &= P\{z \leq (LSL - \bar{X}) / S\} \times 1.000.000 \\
 &= P\{z \leq (1,0 - 1,332) / 0,1675\} \times 1.000.000 \\
 &= P\{z \leq (-1,98)\} \times 1.000.000 \\
 &= P(z \leq -1,98) \times 1.000.000 \\
 &= (0.0237) \times 1000.000 = 23733,186 \text{ unit.}
 \end{aligned}$$

3) Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Langkah 7} + \text{Langkah 8} \\
 &= 54797,014 + 23733,186 = 78530,200 \text{ unit.}
 \end{aligned}$$

4) Perhitungan nilai sigma menggunakan formula pada Microsoft Excel

$$\begin{aligned}
 &= \text{normsinv}((1000000 - \text{DPMO}) / 1000000) + 1,5 \\
 &= \text{normsinv}((1000000 - 78530,200) / 1000000) + 1,5 \\
 &= 2,91503 \text{ sigma}
 \end{aligned}$$

5) Indeks Kapabilitas Proses (Cpm)

$$\begin{aligned}
 C_{pm} &= \frac{USL - LSL}{6\sqrt{(\bar{\bar{X}} - T)^2 + S^2}} \\
 &= \frac{1,6 - 1,0}{6\sqrt{(1,332 - 1,3)^2 + 0,1675^2}} \\
 &= \frac{0,6}{6\sqrt{0,00102400 + 0,0281}} \\
 &= 0.58642
 \end{aligned}$$

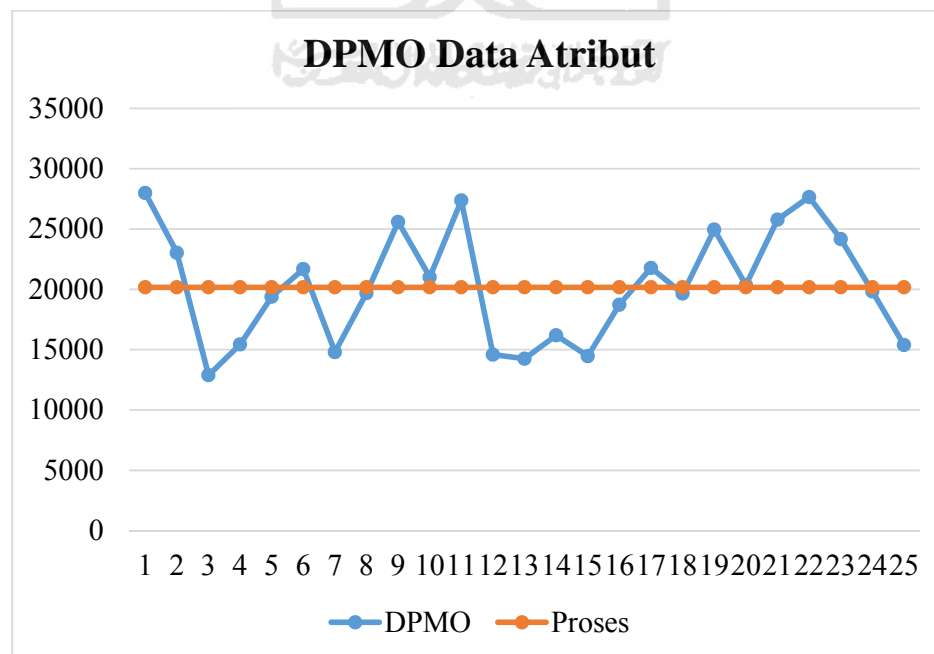
4.2.2.3.2 Data Atribut

Berikut adalah perhitungan DPMO dan Kapabilitas Nilai Sigma Data Atribut :

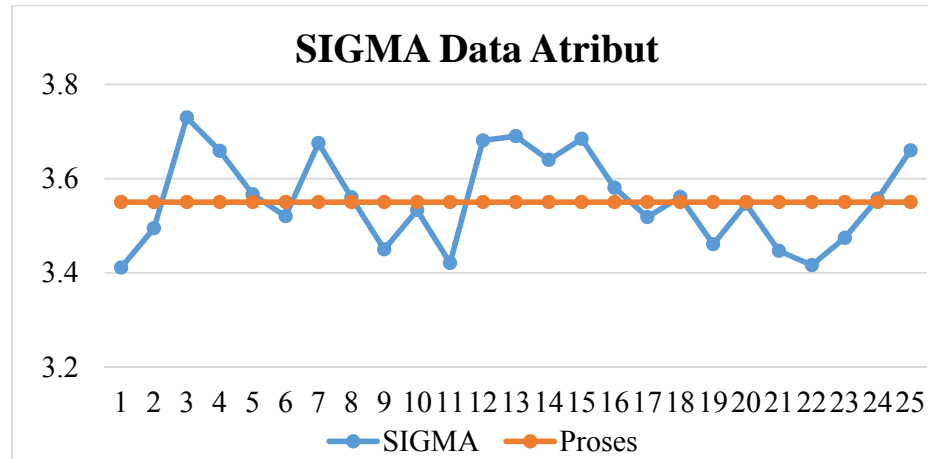
Tabel 4.20 Perhitungan DPMO dan Kapabilitas Nilai Sigma Data Atribut

No	Jumlah Produksi (n)	Jumlah NG (x)	Jumlah CTQ Potensial	Proporsi p= x/n	DPMO	SIGMA
1	4825	675	5	0,13989637	27979,27	3,411358
2	4932	568	5	0,11516626	23033,25	3,494783
3	5167	333	5	0,06444746	12889,49	3,729525
4	5106	394	5	0,07716412	15432,82	3,6588
5	5014	486	5	0,09692860	19385,72	3,566604
6	4962	538	5	0,10842402	21684,8	3,520133
7	5121	379	5	0,07400898	14801,8	3,675354
8	5007	493	5	0,09846215	19692,43	3,560143
9	4876	624	5	0,12797375	25594,75	3,449888
10	4977	523	5	0,10508338	21016,68	3,53319
11	4838	662	5	0,13683340	27366,68	3,420987
12	5126	374	5	0,07296137	14592,27	3,680985
13	5134	366	5	0,07128944	14257,89	3,690117

No	Jumlah Produksi (n)	Jumlah NG (x)	Jumlah CTQ Potensial	Proporsi $p = x/n$	DPMO	SIGMA
14	5088	412	5	0,08097484	16194,97	3,639565
15	5129	371	5	0,07233379	14466,76	3,684391
16	5029	471	5	0,09365679	18731,36	3,580685
17	4960	540	5	0,10887097	21774,19	3,518412
18	5008	492	5	0,09824281	19648,56	3,561062
19	4890	610	5	0,12474438	24948,88	3,460839
20	4992	508	5	0,10176282	20352,56	3,546521
21	4872	628	5	0,12889984	25779,97	3,44679
22	4832	668	5	0,13824503	27649,01	3,416527
23	4907	593	5	0,12084777	24169,55	3,474375
24	5004	496	5	0,09912070	19824,14	3,557395
25	5107	393	5	0,07695320	15390,64	3,659889
Proses	124903	12597	5	0,100854	20170,85	3,550233



Gambar 4.18 Grafik Pola DPMO Data Atribut



Gambar 4.19 Grafik Pola Nilai Sigma Data Atribut

Dapat dilihat dari gambar 4.11 dan 4.12 diatas dapat diketahui bahwa grafik pola DPMO dari kecacatan part Cap M/C KEVA dan pola nilai kapabilitas tingkat sigma yang dihasilkan oleh data atribut menunjukkan hasil yang bervariasi, dikarenakan masih ada variasi nilai yang naik turun sepanjang periode produksi. Data atribut yang didapat dari hasil analisis ini DPMO sebesar 20170,85 dan nilai kapabilitas sigma sebesar 3,55023 akan digunakan sebagai ukuran kemampuan proses yang dan sekaligus merupakan baseline kinerja untuk peningkatan selanjutnya. Perhitungan DPMO dan nilai Sigma untuk proses diatas dapat diikuti seperti tabel 4.17 berikut ini:

Tabel 4.21 Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma Data Atribut

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang ingin diketahui?	-	Cap M/C KEVA
2	Berapa banyak unit transaksi yang dikerjakan melalui proses?	-	124903
3	Berapa banyak unit yang gagal?	-	12597
4	Hitung cacat berdasarkan Langkah 3	(langkah 3) / (langkah 2)	0.100854
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat menyebabkan cacat	banyaknya karakteristik	5

Langkah	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
6	Hitung peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ	(Langkah 4) / (Langkah 5)	0.020171
7	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	(Langkah 6) × 1.000.000	20170,85
8	Konversi nilai DPMO (Langkah 7) ke dalam nilai sigma (menggunakan tabel)	-	3,55023
9	Buat Kesimpulan		Nilai Sigma 3,55023

Cara perhitungan menghitung nilai sigma pada tabel 4.19

1) Perhitungan nilai sigma menggunakan formula pada Microsoft Excel

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

$$= \text{normsinv} ((1000000 - 20170,85) / 1000000) + 1,5$$

$$= 3,55023 \text{ sigma}$$

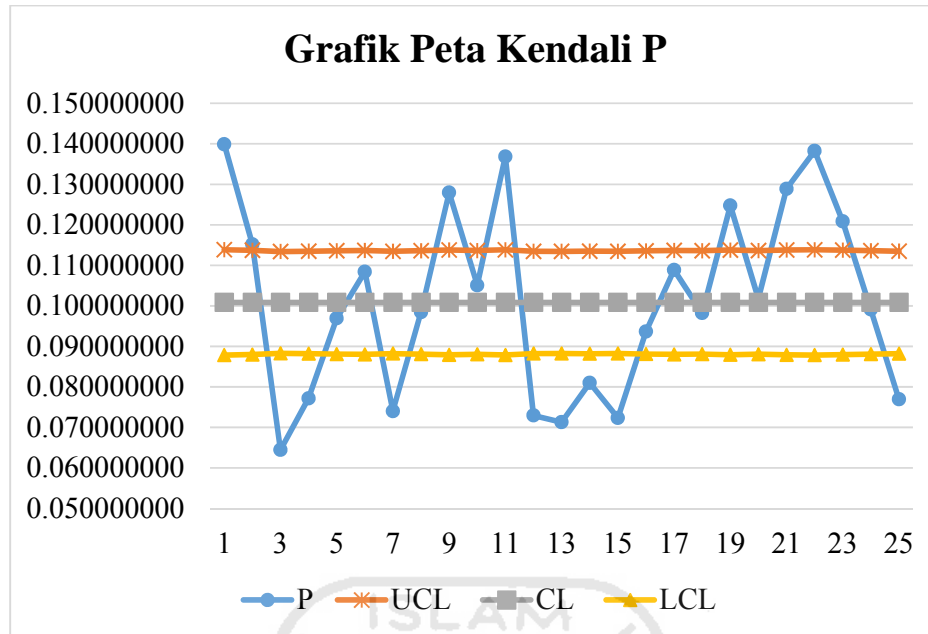
Untuk menentukan batas kendali atas dan batas kendali bawah maka membuat grafik pengendali P. Berikut adalah peta kendali P untuk data atribut :

Tabel 4.22 Peta Pengendali P Data Atribut

No	Jumlah Produksi (n)	Jumlah NG (x)	Proporsi P= x/n	UCL	CL	LCL
1	4825	675	0,1399	0.1177	0.0684	0.0190
2	4932	568	0,1152	0.0846	0.0684	0.0521
3	5167	333	0,0644	0.0870	0.0684	0.0497
4	5106	394	0,0772	0.0872	0.0684	0.0495
5	5014	486	0,0969	0.0837	0.0684	0.0530
6	4962	538	0,1084	0.0858	0.0684	0.0509
7	5121	379	0,0740	0,1139	0,1009	0,0878

No	Jumlah Produksi (n)	Jumlah NG (x)	Proporsi P= x/n	UCL	CL	LCL
8	5007	493	0,0985	0,1137	0,1009	0,0880
9	4876	624	0,1280	0,1134	0,1009	0,0883
10	4977	523	0,1051	0,1135	0,1009	0,0882
11	4838	662	0,1368	0,1136	0,1009	0,0881
12	5126	374	0,0730	0,1137	0,1009	0,0880
13	5134	366	0,0713	0,1135	0,1009	0,0882
14	5088	412	0,0810	0,1136	0,1009	0,0881
15	5129	371	0,0723	0,1138	0,1009	0,0879
16	5029	471	0,0937	0,1137	0,1009	0,0880
17	4960	540	0,1089	0,1138	0,1009	0,0879
18	5008	492	0,0982	0,1135	0,1009	0,0882
19	4890	610	0,1247	0,1135	0,1009	0,0882
20	4992	508	0,1018	0,1135	0,1009	0,0882
21	4872	628	0,1289	0,1135	0,1009	0,0882
22	4832	668	0,1382	0,1136	0,1009	0,0881
23	4907	593	0,1208	0,1137	0,1009	0,0880
24	5004	496	0,0991	0,1136	0,1009	0,0881
25	5107	393	0,0770	0,1138	0,1009	0,0879
Jumlah	124903	12597	0,100854	0,103410476		0,09829805

Setelah melakukan perhitungan pada tabel 4.16 diatas, maka setelah itu membuat grafik pengendali p sesuai perhitungan pada tabel tersebut untuk mengetahui apakah data terkendali atau tidak secara statistik. Grafik pengendali p adalah sebagai berikut :



Gambar 4.20 Grafik Peta Kendali P Data Atribut



BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Tahap *Define*

Bedasarkan diagram SIPOC (*Suppliers-Input-Process-Output-Costumer*) pada gambar 4.3. Pada pengadaan bahan baku PT Chemco Harapan Nusantara memilih perusahaan yang menjadi *supplier* antara lain PT. Honda Trading Indonesia, PT. Berkah Logam Makmur, Toshiba Machine Co., Ltd., Don Ying Co., Ltd., Sumimetal Industries, dan Heepson Trading Ltd. Pada proses *input* adalah Alumunium/ingot, Flux FF, Oil, Machine Casting, Dies Casting, Tools, dan Lining. Selanjutnya masuk ke proses pembuatan *casting part* Cap M/C KEVA. Proses pertama kali yang lakukan adalah proses melting alumunium/ingot ADC 3 dileburkan dengan suhu *melting chamber* bisa mencapai 800°C-850°C *ladle carier* akan membawa alumunium cair ke area casting ke *holimesy*. Proses kedua yaitu proses *dies casting* alumunium cair yang berada di dalam *holimesy* diambil kemudian dituangkan ke dalam mesin *high pressure casting* dilakukan proses injeksi dengan tekanan tinggi. Proses ketiga yaitu Proses inspeksi *part* alumunium yang sudah jadi dilakukan *check visual* dan *check sheet* setelah itu produk yang sesuai dengan spesifikasi siap lanjut produksi. Proses keempat yaitu proses *finishing part* yang sudah lewat proses inspeksi dilakukan proses *cutting*, *triming*, *buffing*, dan *shootblast*. Proses kelima yaitu proses *machining* pembuatan benda kerja dengan menghilangkan material yang tidak diinginkan dan melubangi part sesuai profil part. Proses keenam yaitu proses *painting* kemudian dilapisi cat yang berfungsi membentuk lapisan film agar part terhindar dari korosi dan bertahan lama. Proses keenam yaitu Proses *assembling part* kemudian dirakit dengan part lainnya agar membentuk final part. *Output* dari proses produksi ini adalah produk part Cap M/C KEVA. Setelah semua produk di *packing* kemudian produk dikirim ke *costumer*. *Costumer* dari PT. Chemco Harapan Nusantara yaitu PT. Astra

Honda Motor, PT. Yamaha Indonesia Motor, PT. Kawasaki Motor Indonesia, dan PT. Suzuki Indomobil Motor.

5.2 Tahap *Measure*

5.2.1 Menentukan *Critical To Quality* (CTQ)

Karakteristik kualitas yang memiliki potensi dalam menimbulkan kecacatan suatu produk. Dapat dinyatakan bahwa CTQ potensial yang dapat menimbulkan kecacatan (banyak Karakteristik CTQ) ada lima. Persentase karakteristik potensial produksi part Cap M/C KEVA adalah sebagai berikut :

1. Cap M/C KEVA kerut dengan jumlah cacat sebanyak 3933 unit dengan presentase sebesar 31,22%.
2. Cap M/C KEVA gores dengan jumlah cacat sebanyak 3452 unit dengan presentase sebesar 27,40%.
3. Cap M/C KEVA kasar dengan jumlah cacat sebanyak 2666 unit dengan presentase sebesar 21,16%.
4. Cap M/C KEVA gelombang dengan jumlah cacat sebanyak 1539 unit dengan presentase sebesar 12,22%.

Cap M/C KEVA gompal/pecah dengan jumlah cacat sebanyak 1007 unit dengan presentase sebesar 7,99 %.

5.2.2 Perhitungan Biaya Kegagalan Kualitas (*Cost Of Poor Quality*)

Dari hasil perhitungan biaya kegagalan kualitas (*Cost Of Poor Quality*) dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Persentase biaya kegagalan total (COPQ) terhadap penjualan :

$$= \frac{\text{Biaya Kualitas Total}}{\text{Penjualan Total}} \times 100\% = \frac{\text{Rp } 232.661.676}{\text{Rp } 3.973.750.000} \times 100\% = 5,85\%$$

2. Tingkat kapabilitas *sigma* terdapat pada kategori 5 *sigma* berarti penjualan produk Cap M/C KEVA dengan *Cost Of Poor Quality* masih 5 - 15% dari penjualan berarti masuk dalam kategori rata-rata industry jepang.

5.2.3 Pengukuran Pada Tingkat Proses dan *Output* Data Variabel

Analisis pengukuran pada tingkat proses dan *output* nilai DPMO dan nilai kapabilitas sigma pada data variabel adalah sebagai berikut :

1. Variabel Panjang Body Cap M/C KEVA

Bedasarkan gambar grafik 4.12 dan 4.13 diketahui bahwa pola DPMO dari kecacatan Cap M/C KEVA dan pola nilai kapabilitas sigma yang dihasilkan oleh variabel panjang body Cap M/C KEVA masih bervariasi naik turun sepanjang proses produksi. Berdasarkan perhitungan pada tabel 4.10, nilai DPMO dari panjang body Cap M/C KEVA sebesar 92540,587. Hasil tersebut menunjukkan bahwa di dalam proses produksi dari panjang body Cap M/C KEVA memiliki kemungkinan 92540,587 unit produk cacat per satu juta produksi (DPMO) sedangkan nilai kapabilitas sigma yang diperoleh sebesar 2,82527 sigma. Sebaiknya perusahaan harus meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dan kinerja dalam proses produksi karena nilai sigma variabel panjang body Cap M/C KEVA masih berada jauh di bawah nilai kapabilitas 6 sigma, sekaligus mengendalikan proses terus-menerus, agar nilai DPMO nya turun dan pola nilai kapabilitas sigma juga akan meningkat.

2. Variabel Lebar Body Cap M/C KEVA

Bedasarkan gambar grafik 4.14 dan 4.15 diketahui bahwa pola DPMO dari kecacatan Cap M/C KEVA dan pola nilai kapabilitas sigma yang dihasilkan oleh variable lebar body Cap M/C KEVA masih bervariasi naik turun sepanjang proses produksi. Berdasarkan perhitungan pada tabel 4.13, nilai DPMO dari variabel lebar body Cap M/C KEVA sebesar 92297,296. Hasil tersebut menunjukkan bahwa di dalam proses produksi dari lebar body Cap M/C KEVA memiliki kemungkinan 92297,296 unit produk cacat per satu juta produksi (DPMO) sedangkan nilai kapabilitas sigma yang diperoleh sebesar 2,82674 sigma. Sebaiknya perusahaan harus meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dan kinerja dalam proses produksi karena nilai sigma variabel lebar body Cap M/C KEVA masih berada jauh di bawah nilai kapabilitas 6 sigma, sekaligus mengendalikan proses terus-menerus, agar nilai DPMO nya turun dan pola nilai kapabilitas sigma juga akan meningkat

3. Variabel Tebal Body Cap M/C KEVA

Bedasarkan gambar grafik 4.16 dan 4.17 diatas diketahui bahwa pola DPMO dari kecacatan Cap M/C KEVA dan pola nilai kapabilitas sigma yang dihasilkan oleh

variable tebal body Cap M/C KEVA masih bervariasi naik turun sepanjang proses produksi. Berdasarkan perhitungan pada tabel 4.16, nilai DPMO dari variable tebal body Cap M/C KEVA sebesar 78530,200. Hasil tersebut menunjukkan bahwa di dalam proses produksi dari tebal body Cap M/C KEVA memiliki kemungkinan 78530,200 unit produk cacat per satu juta produksi (DPMO) sedangkan nilai kapabilitas sigma yang diperoleh sebesar 2,91503 sigma. Sebaiknya perusahaan harus meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dan kinerja dalam proses produksi karena nilai sigma variabel tebal body Cap M/C KEVA masih berada jauh di bawah nilai kapabilitas 6 sigma, sekaligus mengendalikan proses terus-menerus, agar nilai DPMO nya turun dan pola nilai kapabilitas sigma juga akan meningkat

5.2.4 Pengukuran Pada Tingkat Proses dan *Output* Data Atribut

Analisis pengukuran pada tingkat proses dan *output* nilai DPMO dan nilai kapabilitas sigma pada data atribut adalah dapat dilihat dari gambar 4.18 dan 4.19, diketahui bahwa grafik pola DPMO dari kecacatan produk part Cap M/C KEVA dan pola nilai kapabilitas tingkat sigma yang dihasilkan oleh data atribut menunjukkan hasil yang bervariasi, dikarenakan masih ada variasi nilai yang naik turun sepanjang periode produksi. Berdasarkan perhitungan pada tabel 4.18 Nilai DPMO dari data atribut sebesar 20170,85. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data atribut memiliki 20170,85 unit cacat per satu juta produk (DPMO) sedangkan nilai kapabilitas sigma yang diperoleh sebesar 3,55023 yang menunjukkan bahwa perusahaan berada pada rata-rata industri Indonesia. Namun sebaiknya perusahaan harus meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan dan kinerja dalam proses produksi karena nilai sigma data atribut Cap M/C KEVA masih berada dibawah nilai kapabilitas 6 sigma, sekaligus mengendalikan proses terus-menerus agar nilai DPMO nya turun dan pola nilai kapabilitas sigma juga akan meningkat

Pada hasil gambar 4.13 peta kendali P-Chart menunjukkan proporsi kesalahan masih terkendali (*in statistical control*) karena tidak ada yang di luar batas pengendalian (*out statistical control*) oleh karena itu peta kendali ini bisa digunakan untuk perencanaan pengendalian kualitas statistik data atribut untuk periode mendatang.

5.3 Tahap *Analyze*

5.3.1 Menentukan Stabilitas Proses dan Kapabilitas Proses

Pada tahap ini akan menentukan Stabilitas dan Kapabilitas Proses yang terjadi dalam pembuatan part Cap M/C KEVA

1. Variabel Panjang Cap M/C KEVA

a. Stabilitas Proses

Untuk mengetahui stabilitas proses dapat menggunakan peta pengendali dengan mendefinisikan batas-batas pengendaliannya.

UCL	= $T + 1,5 S_{max}$
LCL	= $T - 1,5 S_{max}$
Nilai Kapabilitas Sigma	= 2,82527
USL	= 54,5 mm
T	= 54 mm
LSL	= 53,5 mm
S	= 0,283
$\bar{\bar{X}}$	= 54,0918

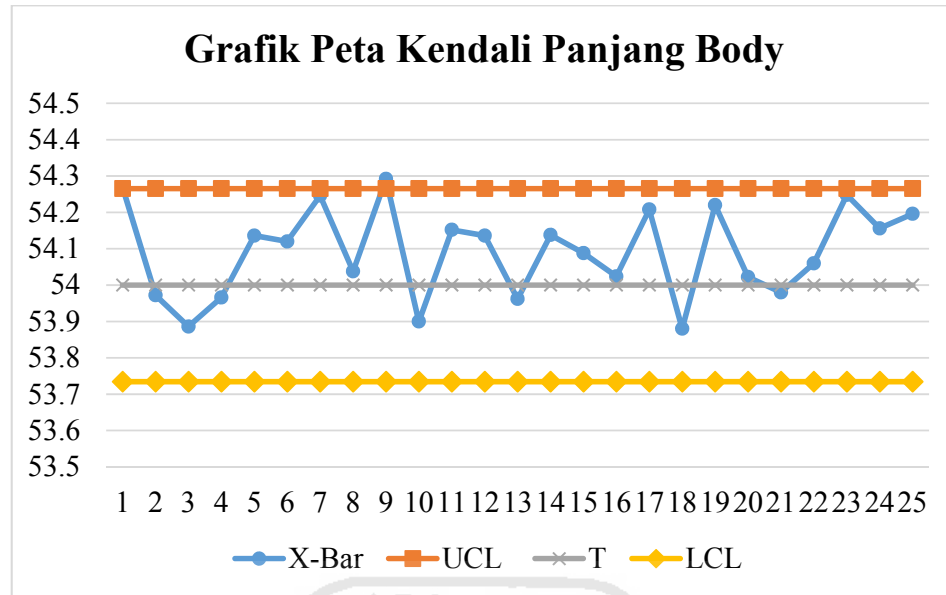
Maka batas toleransi maksimum adalah sebagai berikut :

$$S_{max} = \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai Kapabilitas Sigma}} \right] \times (\text{USL} - \text{LSL})$$

$$= \left[\frac{1}{2 \times 2,82527} \right] \times (54,5 - 53,5) = 0,17697$$

$$\text{UCL} = T + 1,5 S_{max} = 54 + 1,5 \times (0,17697) = 54,26546 \text{ mm}$$

$$\text{LCL} = T - 1,5 S_{max} = 54 - 1,5 \times (0,17697) = 53,73454 \text{ mm}$$



Gambar 5.1 Grafik Peta Kendali \bar{X} Panjang Cap M/C KEVA

Grafik peta pengendali \bar{X} panjang Cap M/C KEVA pada gambar 4.14 dalam keadaan tidak terkendali karena ada yang berada diluar batas kendali.

b. Indeks Kapabilitas Proses (Cpm)

$$\begin{aligned}
 C_{pm} &= \frac{USL - LSL}{6\sqrt{(\bar{X} - T)^2 + S^2}} \\
 &= \frac{54,5 - 53,5}{6\sqrt{(54,0918 - 54)^2 + 0,283^2}} \\
 &= \frac{1}{6\sqrt{0,00841990 + 0,0799}} \\
 &= 0,5607
 \end{aligned}$$

c. Indeks Performansi Kane (Cpk)

$$\begin{aligned}
 C_{pk} &= \text{minimum} \left[\frac{USL - \bar{X}}{3s}; \frac{\bar{X} - LSL}{3s} \right] \\
 &= \text{minimum} \left[\frac{54,5 - 54,0918}{3(0,283)}; \frac{54,0918 - 53,5}{3(0,283)} \right] \\
 &= \text{minimum} [0,48133; 0,69771] = 0,48133
 \end{aligned}$$

d. Indeks Kapabilitas Performansi Kane (Cpmk)

$$C_{pmk} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + \left(\frac{(\bar{X} - T)}{S}\right)^2}}$$

$$= \frac{0,48133}{\sqrt{1 + ((54,0918 - 54) / 0,283)^2}} = 0,66363$$

2. Variabel Lebar Cap M/C KEVA

a. Stabilitas Proses

Untuk mengetahui stabilitas proses dapat menggunakan peta pengendali dengan mendefinisikan batas-batas pengendaliannya.

$$UCL = T + 1,5 S_{max}$$

$$LCL = T - 1,5 S_{max}$$

$$\text{Nilai Kapabilitas Sigma} = 2,82674$$

$$USL = 36,5 \text{ cm}$$

$$T = 36 \text{ cm}$$

$$LSL = 35,5 \text{ cm}$$

$$S = 0,277$$

$$\bar{X} = 36,1085$$

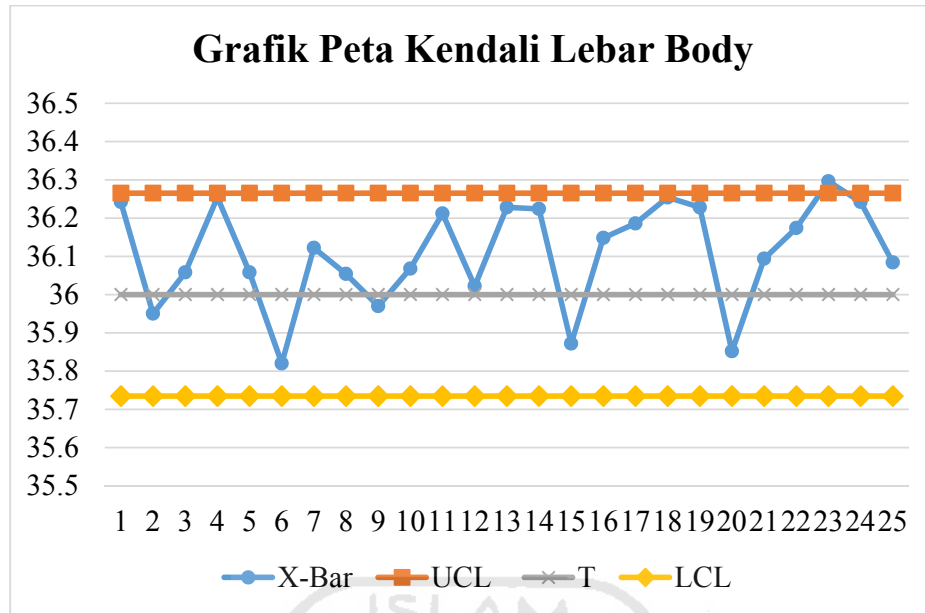
Maka batas toleransi maksimum adalah sebagai berikut :

$$S_{max} = \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai Kapabilitas Sigma}} \right] \times (USL - LSL)$$

$$= \left[\frac{1}{2 \times 2,82674} \right] \times (36,5 - 35,5) = 0,17688$$

$$UCL = T + 1,5 S_{max} = 36 + 1,5 \times (0,17697) = 36,2653 \text{ mm}$$

$$LCL = T - 1,5 S_{max} = 36 - 1,5 \times (0,17697) = 35,7347 \text{ mm}$$



Gambar 5.2 Grafik Peta Kendali \bar{X} Lebar Cap M/C KEVA

Grafik peta pengendali \bar{X} lebar Cap M/C KEVA pada gambar 4.15 dalam keadaan terkendali karena tidak ada yang berada diluar batas kendali.

b. Indeks Kapabilitas Proses (Cpm)

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

$$= \frac{36,5 - 35,5}{6\sqrt{(36,1085 - 36)^2 + 0,277^2}} = 0,5611$$

c. Indeks Performansi Kane (Cpk)

$$C_{pk} = \text{minimum} \left[\frac{USL - \bar{\bar{X}}}{3S}; \frac{\bar{\bar{X}} - LSL}{3S} \right]$$

$$= \text{minimum} \left[\frac{36,5 - 36,1085}{3(0,277)}; \frac{36,1085 - 35,5}{3(0,277)} \right]$$

$$= \text{minimum} [0,47195; 0,73348] = 0,47195$$

d. Indeks Kapabilitas Performansi Kane (Cpmk)

$$C_{pmk} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + \left(\frac{(\bar{X} - T)}{S}\right)^2}}$$

$$= \frac{0,47195}{\sqrt{1 + \left(\frac{(36,1085 - 36)}{0,277}\right)^2}} = 0,6828$$

3. Variabel Tebal Cap M/C KEVA

a. Stabilitas Proses

Untuk mengetahui stabilitas proses dapat menggunakan peta pengendali dengan mendefinisikan batas-batas pengendaliannya.

UCL	= T + 1,5 S _{max}
LCL	= T - 1,5 S _{max}
Nilai Kapabilitas Sigma	= 2,91503
USL	= 1,6 cm
T	= 1,3 cm
LSL	= 1,0 cm
S	= 0,1675
\bar{X}	= 1,332

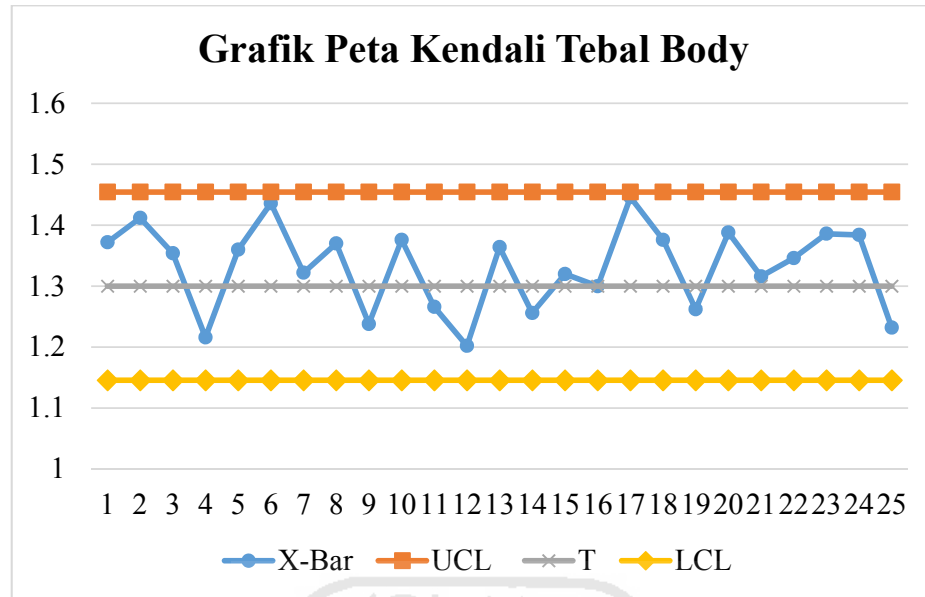
Maka batas toleransi maksimum adalah sebagai berikut :

$$S_{max} = \left[\frac{1}{2 \times \text{Nilai Kapabilitas Sigma}} \right] \times (\text{USL} - \text{LSL})$$

$$= \left[\frac{1}{2 \times 2,91503} \right] \times (1,6 - 1,0) = 0,10291$$

$$\text{UCL} = T + 1,5 S_{max} = 1,3 + 1,5 \times (0,10291) = 1,4544 \text{ cm}$$

$$\text{LCL} = T - 1,5 S_{max} = 1,3 - 1,5 \times (0,10291) = 1,1456 \text{ cm}$$



Gambar 5.3 Grafik Peta Kendali \bar{X} Tebal Cap M/C KEVA

Grafik peta pengendali \bar{X} tebal Cap M/C KEVA pada gambar 4.16 dalam keadaan tidak terkendali karena ada yang berada diluar batas kendali.

- b. Indeks Kapabilitas Proses (Cpm)

$$\begin{aligned}
 C_{pm} &= \frac{USL - LSL}{6\sqrt{(\bar{\bar{X}} - T)^2 + S^2}} \\
 &= \frac{1,6 - 1,0}{6\sqrt{(1,332 - 1,3)^2 + 0,1675^2}} = 0,58642
 \end{aligned}$$

- c. Indeks Performansi Kane (Cpk)

$$\begin{aligned}
 C_{pk} &= \text{minimum} \left[\frac{USL - \bar{\bar{X}}}{3S}; \frac{\bar{\bar{X}} - LSL}{3S} \right] \\
 &= \text{minimum} \left[\frac{1,6 - 1,332}{3(0,1675)}; \frac{1,332 - 1,0}{3(0,1675)} \right] \\
 &= \text{minimum} [0,53334; 0,66070] = 0,53334
 \end{aligned}$$

- d. Indeks Kapabilitas Performansi Kane (Cpmk)

$$C_{pmk} = \frac{C_{pk}}{\sqrt{1 + ((\bar{X} - T) / S)^2}}$$

$$= \frac{0,53334}{\sqrt{1 + ((1,332 - 1,3) / 0,1675)^2}} = 0,64897$$

5.3.2 Analisis Stabilitas Proses

Berikut adalah analisis stabilitas proses data variabel yang dilakukan pada Bab IV. Analisis stabilitas proses adalah sebagai berikut :

1. Analisis Stabilitas Proses Panjang Body Cap M/C KEVA

Perhitungan ini dapat dilihat pada tahap *analyze* untuk stabilitas proses panjang body Cap M/C KEVA, batas toleransi maksimum kontrol atas (UCL) didapatkan angka sebesar 54,26546 mm sementara itu batas toleransi maksimum kontrol bawah (LCL) didapatkan angka sebesar 53,73454 mm dan sementara itu targetnya adalah 54 mm. Hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.21 grafik \bar{X} stabilitas panjang body Cap M/C KEVA diketahui bahwa stabilitas proses untuk rata-rata data variabel panjang body Cap M/C KEVA dalam keadaan tidak stabil atau tidak terkendali (*out statistical control*) dimana titik tersebut berapa pada observasi ke 9 berada diluar batas. Selain menggunakan grafik \bar{X} , perlu dilakukan uji hipotesis chi kuadrat apakah variasi telah mampu memenuhi batas toleransi standar deviasi maksimum (S_{maks}) pada tingkat sigma tertentu. Langkah-langkah uji hipotesis variabel panjang body Cap M/C KEVA dapat dilakukan seperti berikut :

a. Membuat hipotesis

$$H_0 : \chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel} \text{ (keadaan stabil)}$$

$$H_1 : \chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel} \text{ (keadaan tidak stabil)}$$

b. Harga Statistik Penguji

$$\chi^2_{hitung} = \frac{(n-1)S^2}{(S_{maks})^2} = \frac{(125-1)0,283^2}{0,03132} = 316,451$$

- c. Menentukan nilai kritis dengan besar signifikansi $\alpha = 5\%$ atau tingkat kepercayaan $1 - 0,05 = 95\%$, dengan menggunakan software Microsoft Excel maka rumusnya:

$$\chi^2_{\text{tabel}} = [0,05 ; (125-1)] = 150,989$$

$$= \text{CHIINV}(0,05,124) = 150,989$$

- d. Membandingkan χ^2_{hitung} dengan χ^2_{tabel}

$$\chi^2_{\text{hitung}} = 316,451 > \chi^2_{\text{tabel}} = 150,989$$

- e. Membuat keputusan

$$\text{Maka } H_0 \text{ ditolak karena } \chi^2_{\text{hitung}} = 316,451 > \chi^2_{\text{tabel}} = 150,989$$

- f. Pembahasan

Bedasarkan perhitungan H_0 ditolak yang menunjukkan variasi panjang body Cap M/C KEVA yang menunjukkan bahwa poses sangat bervariasi atau tidak stabil. Oleh karena itu untuk memperbaiki kualitas variabel dari produk Cap M/C KEVA dilakukan perbaikan mesin pada spray auto angin atau melakukan inspeksi sebelum melakukan proses produksi.

2. Analisis Stabilitas Proses Lebar Body Cap M/C KEVA

Perhitungan ini dapat dilihat pada tahap *analyze* pada bab IV untuk stabilitas proses lebar body Cap M/C KEVA, batas toleransi maksimum kontrol atas (UCL) didapatkan angka sebesar 36,2653 mm sementara itu batas toleransi maksimum kontrol bawah (LCL) didapatkan angka sebesar 35,7347 mm dan sementara itu targetnya adalah 36 cm. Hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.21 grafik \bar{X} stabilitas panjang body Cap M/C KEVA diketahui bahwa stabilitas proses untuk rata-rata data variabel panjang body Cap M/C KEVA dalam keadaan tidak stabil atau tidak terkendali (*out statistical control*) dimana titik tersebut berada pada observasi ke 23 berada diluar batas. Selain menggunakan grafik \bar{X} , perlu dilakukan uji hipotesis chi kuadrat apakah variasi telah mampu memenuhi batas toleransi standar deviasi maksimum (S_{maks}) pada tingkat sigma tertentu. Langkah-langkah uji hipotesis variabel lebar body Cap M/C KEVA dapat dilakukan seperti berikut :

- a. Membuat hipotesis

$$H_0 : \chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel} \text{ (keadaan stabil)}$$

$$H_1 : \chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel} \text{ (keadaan tidak stabil)}$$

b. Harga Statistik Penguji

$$\chi^2_{hitung} = \frac{(n-1)S^2}{(S_{maks})^2} = \frac{(125-1)0,277^2}{0,03129} = 303,058$$

- c. Menentukan nilai kritis dengan besar signifikansi $\alpha = 5\%$ atau tingkat kepercayaan $1 - 0,05 = 95\%$, dengan menggunakan software Microsoft Excel maka rumusnya:

$$\chi^2_{tabel} = [0,05 ; (125-1)]$$

$$= \text{CHIINV}(0,05,124) = 150,989$$

- d. Membandingkan χ^2_{hitung} dengan χ^2_{tabel}

$$\chi^2_{hitung} = 303,058 > \chi^2_{tabel} = 150,989$$

- e. Membuat keputusan

$$\text{Maka } H_0 \text{ ditolak karena } \chi^2_{hitung} = 303,058 > \chi^2_{tabel} = 150,989$$

- f. Pembahasan

Bedasarkan perhitungan H_0 ditolak yang menunjukkan variasi panjang body Cap M/C KEVA yang menunjukkan bahwa poses sangat bervariasi atau tidak stabil. Oleh karena itu untuk memperbaiki kualitas variabel dari produk Cap M/C KEVA dilakukan perbaikan mesin pada spray auto angin atau melakukan inspeksi sebelum melakukan proses produksi.

3. Analisis Stabilitas Proses Tebal Body Cap M/C KEVA

Perhitungan ini dapat dilihat pada tahap *analyze* pada bab IV untuk stabilitas proses tebal body Cap M/C KEVA, batas toleransi maksimum kontrol atas (UCL) didapatkan angka sebesar 1,4544 mm sementara itu batas toleransi maksimum kontrol bawah (LCL) didapatkan angka sebesar 1,1456 mm dan sementara itu targetnya adalah 1,3 mm. Hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.16 grafik \bar{X} stabilitas tebal body Cap M/C KEVA diketahui bahwa stabilitas proses untuk rata-rata data variabel tebal body

Cap M/C KEVA dalam keadaan stabil atau terkendali (*in statistical control*) namun variasinya masih naik turun. Selain menggunakan grafik \bar{X} , perlu dilakukan uji hipotesis chi kuadrat apakah variasi telah mampu memenuhi batas toleransi standar deviasi maksimum (S_{maks}) pada tingkat sigma tertentu. Langkah-langkah uji hipotesis variabel tebal body Cap M/C KEVA dapat dilakukan seperti berikut :

a. Membuat hipotesis

$$H_0 : \chi^2_{hitung} \leq \chi^2_{tabel} \text{ (keadaan stabil)}$$

$$H_1 : \chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel} \text{ (keadaan tidak stabil)}$$

b. Harga Statistik Penguji

$$\chi^2_{hitung} = \frac{(n-1)S^2}{(S_{maks})^2} = \frac{(125-1)0,1675^2}{0,01059} = 328,460$$

c. Menentukan nilai kritis dengan besar signifikansi $\alpha = 5\%$ atau tingkat kepercayaan $1 - 0,05 = 95\%$, dengan menggunakan software Microsoft Excel maka rumusnya:

$$\begin{aligned} \chi^2_{tabel} &= [0,05 ; (125-1)] \\ &= \text{CHIINV}(0,05,124) = 150,989 \end{aligned}$$

d. Membandingkan χ^2_{hitung} dengan χ^2_{tabel}

$$\chi^2_{hitung} = 328,460 > \chi^2_{tabel} = 150,989$$

e. Membuat keputusan

$$\text{Maka } H_0 \text{ ditolak karena } \chi^2_{hitung} = 328,460 > \chi^2_{tabel} = 150,989$$

f. Pembahasan

Bedasarkan perhitungan H_0 ditolak yang menunjukkan variasi panjang body Cap M/C KEVA yang menunjukan bahwa poses sangat bervariasi atau tidak stabil. Oleh karena itu untuk memperbaiki kualitas variabel dari produk Cap M/C KEVA dilakukan perbaikan mesin pada spray auto angin atau melakukan inspeksi sebelum melakukan proses produksi.

5.3.3 Analisis Kapabilitas Proses

Berikut adalah tabel hasil perhitungan indeks kapabilitas proses yang telah dilakukan.

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Kapabilitas Proses

No	Variabel	C _{pm}	C _{pk}	C _{pmk}
1	Panjang Body Cap M/C KEVA	0,5607	0,48133	0,66363
2	Lebar Body Cap M/C KEVA	0,5611	0,47195	0,6828
3	Tebal Body Cap M/C KEVA	0,58642	0,53334	0,64897

Berdasarkan tabel 5.1 untuk panjang body Cap M/C KEVA mempunyai nilai C_{pm} sebesar 0,5607 hal ini berarti kapabilitas proses sangat rendah dan tidak mampu memenuhi spesifikasi target panjang body 54mm \pm 0,05mm karena $C_{pm} < 1$, maka status proses industri dianggap sangat tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Hasil C_{pm} tersebut dapat dilihat dari nilai DPMO sebesar 92540,587 dan kapabilitas sigma sebesar 2,82527 sigma yang berarti dari satu juta kesempatan yang ada, maka terdapat kemungkinan 92540,587 unit produk Cap M/C KEVA tidak akan mampu memenuhi spesifikasi target panjang body Cap M/C KEVA 54mm \pm 0,05mm. Sementara itu hasil CP_{mk} sebesar 0,66363 karena hasil $CP_{mk} > 1$, berarti menunjukkan hasil yang sangat rendah sekaligus menunjukkan bahwa proses produksi Cap M/C KEVA tidak mampu memenuhi batas spesifikasi atas maupun bawah t panjang body Cap M/C KEVA yang diinginkan konsumen. Berdasarkan hasil CP_{mk} tersebut maka, dari DPMO total sebesar 92540,587 unit Cap M/C KEVA maka, terdapat sekitar 74371,233 unit produk Cap M/C KEVA yang dihasilkan berpeluang untuk tidak mampu memenuhi batas spesifikasi atas (UCL = 54,5mm) dan sekitar 18169,354 unit produk Cap M/C KEVA yang dihasilkan berpeluang untuk tidak mampu memenuhi batas spesifikasi bawah (LCL = 53,5mm).

Variabel lebar body Cap M/C KEVA mempunyai nilai C_{pm} sebesar 0,5611, hal ini berarti kapabilitas proses sangat rendah dan tidak mampu memenuhi spesifikasi target lebar 36mm \pm 0,5mm karena $C_{pm} < 1$, maka status proses industri dianggap sangat tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Hasil C_{pm} tersebut dapat dilihat dari nilai DPMO sebesar 92297,296 dan kapabilitas sigma sebesar 2,82674 sigma yang berarti dari satu juta kesempatan yang ada, maka terdapat

kemungkinan 92297,296 unit produk Cap M/C KEVA bahwa tidak akan mampu memenuhi spesifikasi target lebar body Cap M/C KEVA $36\text{mm} \pm 0,5\text{mm}$. Sementara itu hasil CP_{mk} sebesar 0,5763 karena hasil $CP_{mk} > 1$, berarti menunjukkan hasil yang sangat rendah sekaligus menunjukkan bahwa proses produksi Cap M/C KEVA tidak mampu memenuhi batas spesifikasi atas maupun bawah lebar body Cap M/C KEVA yang diinginkan konsumen. Berdasarkan hasil CP_{mk} tersebut, maka dari DPMO total sebesar 92297,296 unit produk Cap M/C KEVA terdapat sekitar 78409,531 unit produk Cap M/C KEVA yang dihasilkan berpeluang untuk tidak mampu memenuhi batas spesifikasi atas ($UCL = 36,5\text{mm}$) dan sekitar 13887,765 unit produk Cap M/C KEVA yang dihasilkan berpeluang untuk tidak mampu memenuhi batas spesifikasi bawah ($LCL = 35,5\text{mm}$).

Variabel tebal body Cap M/C KEVA mempunyai nilai C_{pm} sebesar 0,58642, hal ini berarti kapabilitas proses sangat rendah dan tidak mampu memenuhi spesifikasi target tebal $1,3 \pm 0,3\text{cm}$ karena $C_{pm} < 1$, maka status proses industri dianggap sangat tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Hasil C_{pm} tersebut dapat dilihat dari nilai DPMO sebesar 78530,200 dan kapabilitas sigma sebesar 2,91503 yang berarti dari satu juta kesempatan yang ada, maka terdapat 78530,200 unit produk Cap M/C KEVA kemungkinan bahwa proses tidak akan mampu memenuhi spesifikasi target tebal body Cap M/C KEVA $1,3 \pm 0,3\text{cm}$. Sementara itu hasil CP_{mk} sebesar 0,64897 karena hasil $CP_{mk} > 1$, berarti menunjukkan hasil yang sangat rendah sekaligus menunjukkan bahwa proses produksi Cap M/C KEVA tidak mampu memenuhi batas spesifikasi atas maupun bawah tebal body Cap M/C KEVA yang diinginkan konsumen. Berdasarkan hasil CP_{mk} tersebut, maka dari DPMO total sebesar 78530,200 unit produk Cap M/C KEVA terdapat sekitar 54797,014 unit produk Cap M/C KEVA yang dihasilkan berpeluang untuk tidak mampu memenuhi batas spesifikasi atas ($UCL = 1,6\text{cm}$) dan sekitar 23733,186 unit produk Cap M/C KEVA yang dihasilkan berpeluang untuk tidak mampu memenuhi batas spesifikasi bawah ($LCL = 1,0\text{cm}$).

5.3.4 Analisis Sistem Industri Sepanjang Siklus Hidup Proses Industri

Setelah mengetahui hasil stabilitas dan kapabilitas, maka melakukan analisis sistem industri sepanjang siklus hidup proses industri. Berikut adalah kesimpulan hasil dari stabilitas dan kapabilitas pada data variabel yang sudah dihitung :

Tabel 5.2 Kesimpulan Hasil Stabilitas dan Kapabilitas Data Variabel

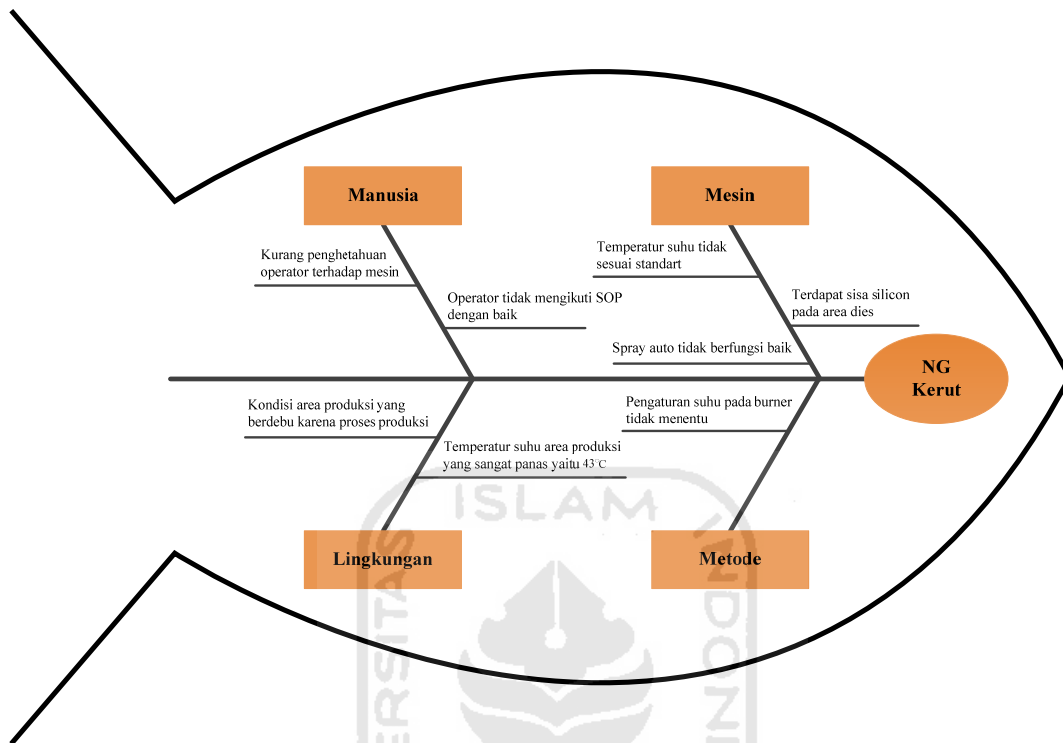
No	Variabel	Stabilitas Proses	Kapabilitas Proses
1	Panjang Body Cap M/C KEVA	Tidak Stabil	Tidak
2	Lebar Body Cap M/C KEVA	Tidak Stabil	Tidak
3	Tebal Body Cap M/C KEVA	Stabil	Tidak

Berdasarkan hasil tabel 5.2 variabel panjang body Cap M/C KEVA berada pada dalam situasi keadaan proses di luar pengendalian dan proses akan menghasilkan produk cacat terus menerus, sehingga sistem industri berada dalam kondisi paling buruk. Variabel lebar body Cap M/C KEVA berada dalam situasi keadaan di luar pengendalian dan proses akan menghasilkan produk cacat terus menerus, sehingga sistem industri berada dalam kondisi paling buruk. Sementara itu variabel tebal body Cap M/C KEVA berada dalam situasi keadaan proses di dalam pengendalian namun proses masih menghasilkan produk cacat, sehingga sistem industri berada dalam status antara menuju peningkatan kualitas global.

5.3.5 Analisis *Fishbone* Diagram

Penyebab Jenis kecacatan produk yang timbul adalah disebabkan oleh faktor manusia, mesin, material, dan lingkungan kerja. Jenis kecacatan yang paling mempengaruhi pada part Cap M/C KEVA adalah karena kerut dan gores. Adapun identifikasi penyebab kecacatan part Cap M/C KEVA dengan *Fishbone* Diagram sebagai berikut :

1) Defect Part Cap M/C KEVA Kerut



Gambar 5.4 Fishbone Diagram Cap M/C KEVA Kerut

Berikut adalah hasil analisis dari *Fishbone* Diagram kriteria cacat untuk Cap M/C KEVA kerut dan gores sebagai berikut :

a. Faktor Manusia

1. Kurang pengetahuan operator terhadap mesin dies casting menyebabkan operator tidak mengetahui permasalahan yang ada pada bagian mesin die casting.
2. Beberapa operator yang bekerja tidak mengikuti SOP secara menyeluruh. Dikarenakan operator yang bekerja tidak berkonsentrasi baik dalam bekerja sehingga tidak berinisiatif mengikuti SOP secara menyeluruh.

b. Faktor Mesin

1. Temperatur suhu pada holimesy tidak sesuai standar maksimal dan minimal mengakibatkan suhu alumunium cair ketika di injeksi tidak sesuai untuk proses injeksi. Sehingga pada proses penuangan alumunium mengalami penurunan suhu pada temperatur dies/cetakan sudah tidak sesuai suhu standart.
2. Spray auto yang tidak berfungsi maksimal membuang angin mempengaruhi proses spray auto untuk membuang sisa silicon tidak berjalan dengan baik, sehingga spray auto tidak menjangkau area hingga dalam dies.
3. Terdapat sisa silicon pada area dies dapat mempengaruhi hasil akhir karena silicon dapat tercampur pada alumunium. Sehingga menyebabkan part menjadi kerut karena tercampur oleh silicon.

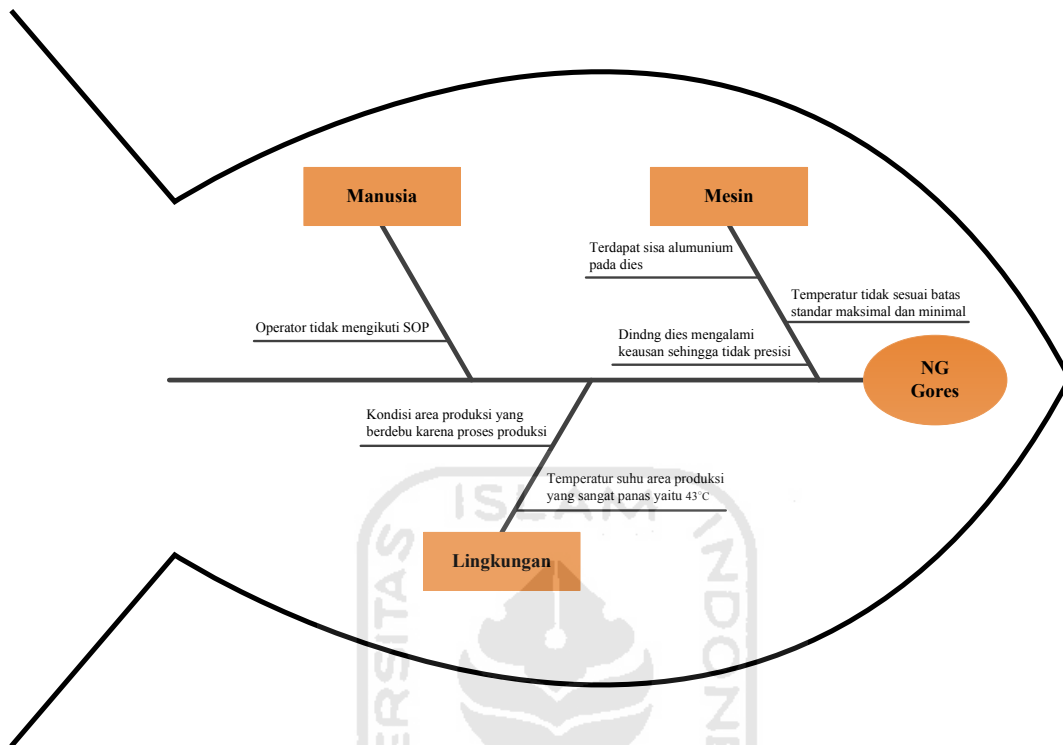
c. Faktor Metode

1. Pengaturan suhu pada burner tidak menentu dilakukan menyebabkan suhu pada holding chamber di holimesy menjadi tidak sesuai standart suhu maksimal dan minimal.

d. Faktor Lingkungan

1. Kondisi area produksi yang berdebu karena proses produksi banyak partikel alumunium yang tercampur bersama udara area produksi menyebabkan operator mengeluhkan kondisi ini karena dapat membuat konsentrasi operator terganggu dan kesehatan pernapasan terganggu.
2. Temperatur suhu area produksi yang sangat panas yaitu 43°C diakibatkan karena proses melting yang satu area dengan proses die casting menyebabkan operator mengeluhkan kondisi suhu area produksi tersebut sehingga menurunkan kosentrasi pekerja dalam bekerja.

2) Defect Part Cap M/C KEVA Gores



Gambar 5.5 Fishbone Diagram Cap M/C KEVA Gores

a. Faktor Manusia

1. Beberapa operator yang bekerja tidak mengikuti SOP pengecekan secara menyeluruh. Dikarenakan operator yang bekerja tidak berkonsentrasi baik dalam bekerja sehingga tidak mengikuti SOP secara menyeluruh dalam.

b. Faktor Mesin

1. Terdapat sisa aluminium pada dies sehingga menyebabkan gores. Dikarenakan pada saat proses injeksi ketika mesin terbuka spray angin membawa sisa aluminium pada area mesin dies casting, maka ada partikel aluminium yang masuk kedalam dies.
2. Dinding dies mengalami keausan sehingga tidak presisi yang disebabkan dari gesekan sisa aluminium dan proses injeksi aluminium, maka dies mengalami

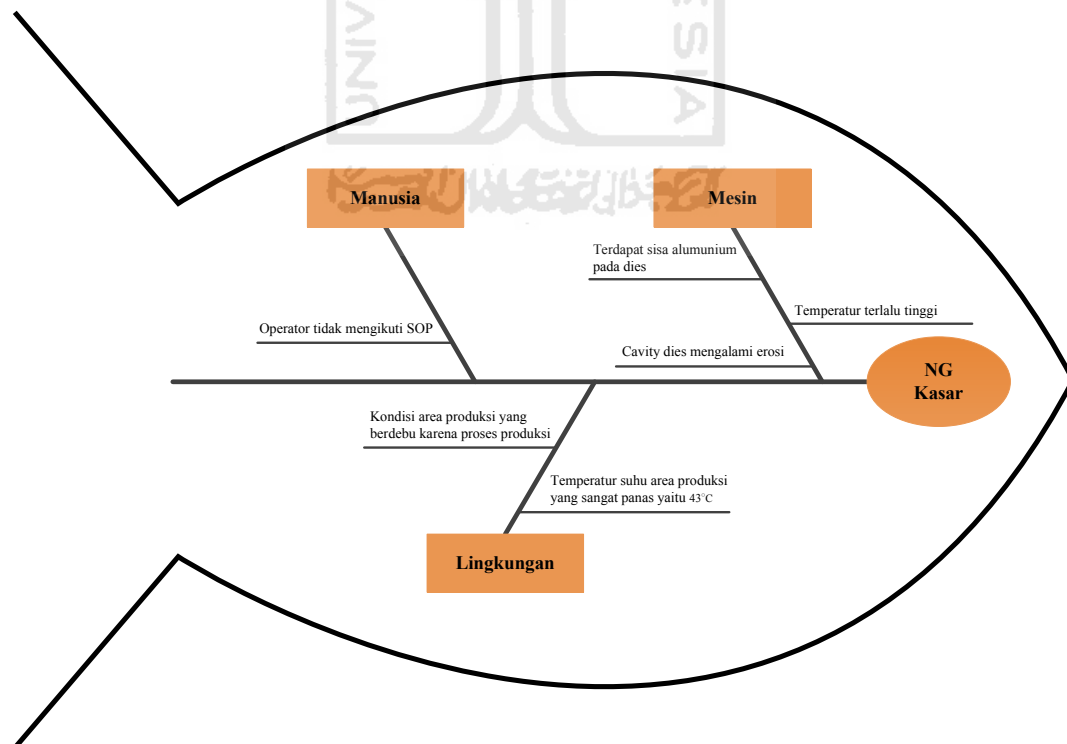
penipisan pada dinding dies. Sehingga perlu adanya maintenance pada dies agar mencegah terjadinya penipisan yang berlebih dengan proses kalibrasi dies.

3. Temperatur pengatur suhu pada holimesy tidak sesuai standar maksimal dan minimal mengakibatkan suhu alumunium cair ketika di injeksi tidak sesuai untuk proses injeksi karena suhu ketika di injeksi sudah tidak sesuai standar.

c. Faktor Lingkungan

1. Kondisi area produksi yang berdebu karena proses produksi banyak partikel alumunium yang tercampur bersama udara area produksi menyebabkan operator mengeluhkan kondisi ini karena dapat membuat konsentrasi operator terganggu dan kesehatan pernapasan terganggu.
2. Temperatur suhu area produksi yang sangat panas yaitu 43°C diakibatkan karena proses melting yang satu area dengan proses die casting menyebabkan operator mengeluhkan kondisi suhu area produksi tersebut sehingga menurunkan kosentrasi pekerja dalam bekerja.

3) *Defect Part Cap M/C KEVA Kasar*



Gambar 5.6 *Fishbone* Diagram Cap M/C KEVA Kasar

a. Faktor Manusia

1. Beberapa operator yang bekerja tidak mengikuti SOP pengecekan secara menyeluruh. Dikarenakan operator yang bekerja tidak berkonsentrasi baik dalam bekerja sehingga tidak mengikuti SOP secara menyeluruh dalam.

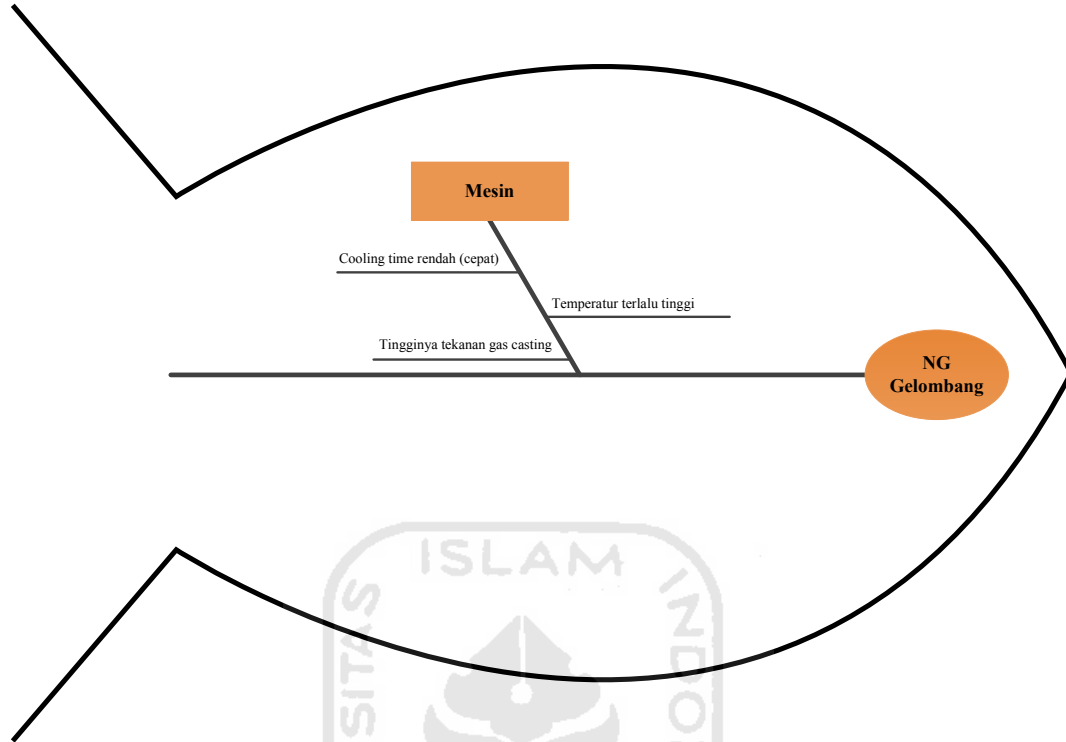
b. Faktor Mesin

1. Terdapat sisa alumunium pada dies sehingga menyebabkan gores. Dikarenakan pada saat proses injeksi ketika mesin terbuka spray angin membawa sisa alumunium pada area mesin dies casting, maka ada partikel alumunium yang masuk kedalam dies.
2. Cavity dies mengalami erosi disebabkan dari gesekan sisa alumunium dan proses injeksi alumunium. Sehingga perlu adanya maintenance pada dies agar mencegah terjadinya penipisan yang berlebih dengan proses kalibrasi dies.
3. Temperatur pengatur suhu pada holimesy terlalu tinggi mengakibatkan suhu alumunium cair ketika di injeksi tidak sesuai untuk proses injeksi karena suhu ketika di injeksi sudah tidak sesuai standar.

c. Faktor Lingkungan

1. Kondisi area produksi yang berdebu karena proses produksi banyak partikel alumunium yang tercampur bersama udara area produksi menyebabkan operator mengeluhkan kondisi ini karena dapat membuat konsentrasi operator terganggu dan kesehatan pernapasan terganggu.
2. Temperatur suhu area produksi yang sangat panas yaitu 43°C diakibatkan karena proses melting yang satu area dengan proses die casting menyebabkan operator mengeluhkan kondisi suhu area produksi tersebut sehingga menurunkan konsentrasi pekerja dalam bekerja.

4) Defect Part Cap M/C KEVA Gelombang

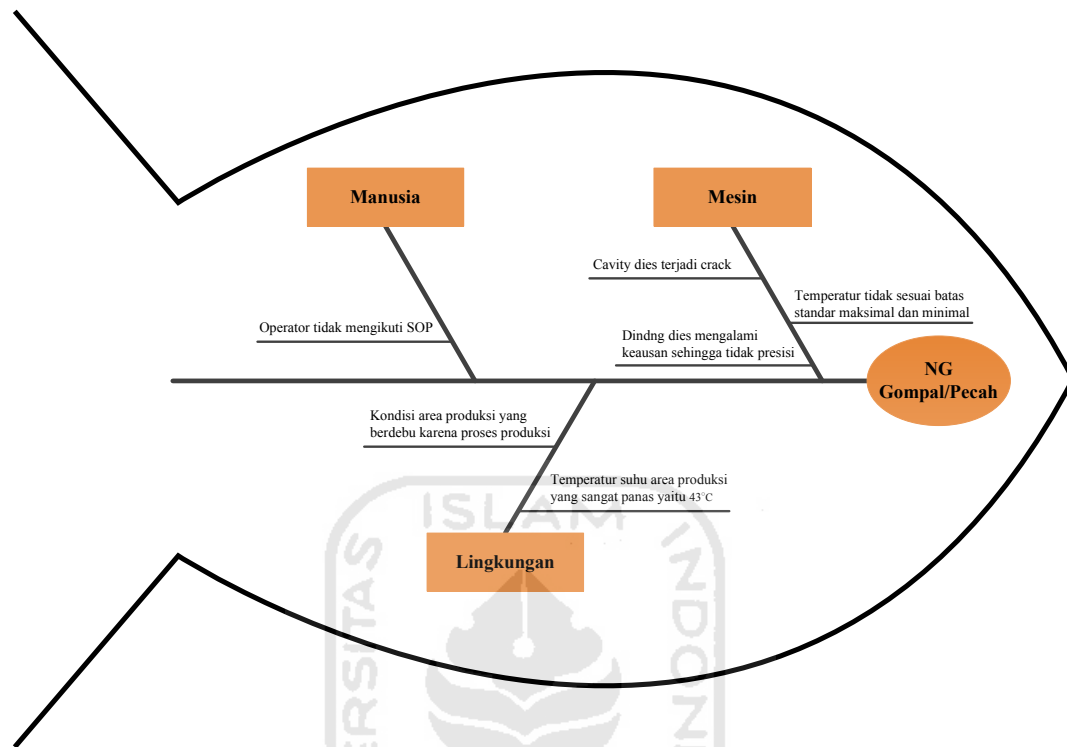


Gambar 5.7 Fishbone Diagram Cap M/C KEVA Gelombang

a. Faktor Mesin

1. Cooling time pada proses setelah injeksi terlalu cepat menyebabkan pengelembungan gas yang terjebak pada permukaan produk casting.
2. Tingginya tekanan gas pada proses injeksi serta masih rendah kekuatan produk casting karena masih panas akan menghasilkan perubahan bentuk pada lapisan antara lubang gas terjebak dengan produk casting.
3. Temperatur pengatur suhu pada holimesy terlalu tinggi mengakibatkan suhu alumunium cair ketika di injeksi tidak sesuai untuk proses injeksi karena suhu ketika di injeksi sudah tidak sesuai standar.

5) Defect Part Cap M/C KEVA Gompal/Pecah



Gambar 5.8 Fishbone Diagram Cap M/C KEVA Gompal/Pecah

a. Faktor Manusia

1. Beberapa operator yang bekerja tidak mengikuti SOP pengecekan secara menyeluruh. Dikarenakan operator yang bekerja tidak berkonsentrasi baik dalam bekerja sehingga tidak mengikuti SOP secara menyeluruh dalam.

b. Faktor Mesin

1. Cavity dies mengalami crack disebabkan dari gesekan sisa alumunium dan proses injeksi alumunium. Sehingga perlu adanya maintenance pada dies agar mencegah terjadinya penipisan yang berlebih dengan proses kalibrasi dies.
2. Dinding dies mengalami keausan sehingga tidak presisi yang disebabkan dari gesekan sisa alumunium dan proses injeksi alumunium, maka dies mengalami penipisan pada dinding dies. Sehingga perlu adanya maintenance pada dies agar mencegah terjadinya penipisan yang berlebih dengan proses kalibrasi dies.

3. Temperatur pengatur suhu pada holimesy tidak sesuai standar maksimal dan minimal mengakibatkan suhu alumunium cair ketika di injeksi tidak sesuai untuk proses injeksi karena suhu ketika di injeksi sudah tidak sesuai standar.

c. Faktor Lingkungan

1. Kondisi area produksi yang berdebu karena proses produksi banyak partikel alumunium yang tercampur bersama udara area produksi menyebabkan operator mengeluhkan kondisi ini karena dapat membuat konsentrasi operator terganggu dan kesehatan pernapasan terganggu.
2. Temperatur suhu area produksi yang sangat panas yaitu 43°C diakibatkan karena proses melting yang satu area dengan proses die casting menyebabkan operator mengeluhkan kondisi suhu area produksi tersebut sehingga menurunkan konsentrasi pekerja dalam bekerja.

5.3.6 Analisis FMEA

FMEA adalah alat utama dalam manajemen resiko yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah kecacatan terbanyak dalam mode kegagalan. Hasil FMEA didapatkan dari hasil wawancara pada pihak manager dan operator. Berikut ini adalah perhitungan FMEA untuk jenis kecacatan kerut pada part Cap M/C KEVA :

Tabel 5.3 FMEA Cap M/C KEVA Kerut

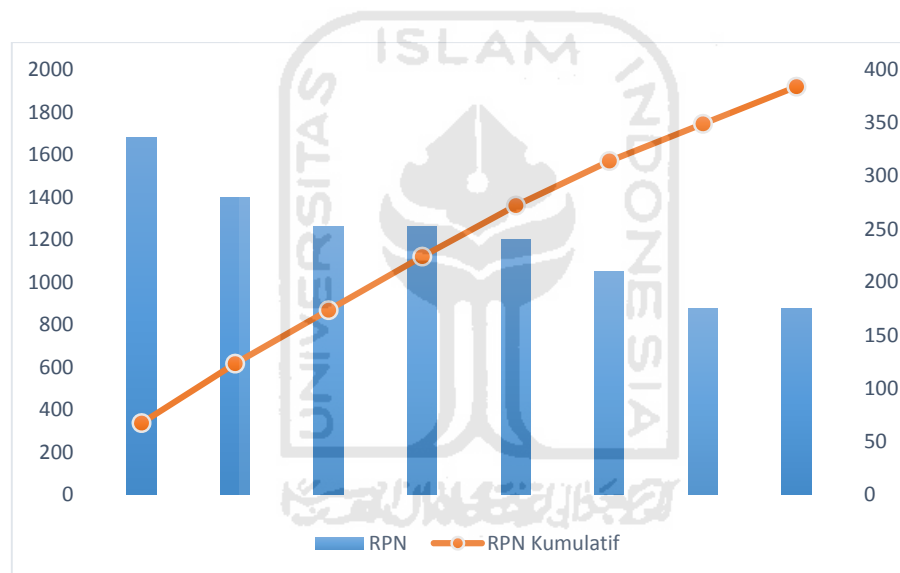
No	Penyebab	Perbaikan	Severity (S)	Occurance (O)	Detection (D)	RPN = S x O x D
1	Kurang pengetahuan operator terhadap mesin	Dilakukan training pengetahuan mesin agar operator dapat menguasai sistem operasi dan SOP pada mesin	7	5	5	175
2	Operator tidak mengikuti SOP dengan baik	Perusahaan sebaiknya memberikan <i>reward</i> dan <i>punishment</i> kepada operator agar terjadi efek semangat untuk bekerja sesuai SOP	7	6	5	210
3	Spray auto tidak berfungsi baik	Memperpendek jarak pipa spray angin dengan permukaan dies dan posisi coupler hidraulik core ke area lebih dekat dengan dies	8	7	6	336
4	Temperatur suhu tidak sesuai standart	Melakukan maintenance pada welding heater	8	6	5	240
5	Terdapat sisa silicon pada dies	Dilakukan pengecekan pada bagian spray angin untuk melihat berfungsi dengan baik dan memperpendek jarak spray angin	8	7	5	280
6	Kondisi area produksi yang berdebu	Membuat penataan sirkulasi udara yang baik sehingga debu hasil produksi bisa di buang	7	6	6	252

7	Temperatur suhu area produksi sangat panas	Dilakukan penambahan jumlah blower pada area produksi untuk pendingin dan pembuang udara kotor	7	6	6	252
8	Pengaturan suhu pada burner tidak menentu	Memberikan pengawasan pada pengaturan suhu pada burner	7	5	5	175



Tabel 5.4 Rekapitulasi skor RPN dari FMEA

No	RPN	RPN Kumulatif	Presentase	Presentase Komulatif
1	336	336	17,50%	17,50%
2	280	616	14,58%	32,08%
3	252	868	13,13%	45,21%
4	252	1120	13,13%	58,33%
5	240	1360	12,50%	70,83%
6	210	1570	10,94%	81,77%
7	175	1745	9,11%	90,89%
8	175	1920	9,11%	100,00%
Jumlah	1920	9535	100,00%	



Gambar 5.9 Diagram Pareto RPN

5.4 Tahap *Improve*

Pada *improve* ini menerapkan suatu rencana tindakan peningkatan kualitas melalui perbaikan terhadap sumber-sumber penyebab terjadinya produk cacat dengan menggunakan metode 5W+1H (*What, Why, Where, When, Who, dan How*). Adapun tindakan menggunakan metode 5W+1H sebagai berikut :

1. *What?* (Apa yang menjadi faktor utama penyebab terjadinya kecacatan produk?)

Faktor utama yang menyebabkan terjadi kecacatan part Cap M/C KEVA yang disebabkan oleh manusia dan mesin. Jika dari faktor mesin yaitu disebabkan terdapat partikel yang menempel dan tercampur pada hasil akhir dikarenakan pada saat proses sebelum dan sesudah injeksi spray auto angin tidak berfungsi maksimal untuk membuang atau membersihkan permukaan dies sehingga part terjadi *defect*, dinding dies yang sudah mengalami aus dan perawatan kurang optimal sehingga menimbulkan cacat pada part berupa gores dan kerut. Suhu pada holimesy yang tidak sesuai standart mengakibatkan temperature dies/cetakan tidak sesuai. Sedangkan dari faktor manusia penyebabnya adalah operator dan tidak bekerja dengan konsentrasi baik mengakibatkan dalam melakukan pengerjaan dan mengabaikan *standard operating procedure*. Selain itu operator kurang memahami secara keseluruhan bagian dan system kerja mesin dies casting.

2. *Why?* (Mengapa rencana untuk perbaikan perlu dilakukan dan diselesaikan ?)

Rencana untuk tindakan perbaikan harus segera dilakukan agar mencegah terjadinya cacat produk pada part Cap M/C KEVA terutama cacat kerut. Sehingga dapat meningkatkan jumlah produk yang dihasilkan juga dapat mencapai target yang diinginkan konsumen dan proses produksi berjalan dengan stabil serta kapabilitas produksi dapat meningkat. Selain itu juga dapat meningkatkan nilai kapabilitas sigma dan mengurangi nilai DPMO.

3. *Where?* (Dimana rencana untuk perbaikan itu perlu dilakukan?)

Rencana untuk tindakan perbaikan dilaksanakan di mesin dies casting DC 350 T dan *welding heater*, dikarenakan mesin dies casting mesin utama dalam proses produksi. Sehingga jika spray auto dan dinding dies ini tidak dalam kondisi baik juga temperatur tidak sesuai standart menyebabkan part *defect*.

4. *When?* (Kapan rencana perbaikan dilakukan?)

Rencana tindakan untuk perbaikan kualitas langsung akan dilakukan setelah mengetahui tingkat keparahan jumlah produk cacat yang dihasilkan. Kemudian dilakukan control terhadap faktor manusia, mesin, lingkungan, dan manajemen yang memungkinkan sebab dari terjadinya cacat part Cap M/C KEVA.

5. *Who?* (Siapa yang melakukan tindakan perbaikan tersebut?)

Penanggung jawab dalam rencana untuk perbaikan adalah Staff area produksi dan operator yang telah mempunyai tugas dalam pekerjaannya untuk mengawasi jalannya mesin sesuai dengan *standard operating procedures*.

6. *How?* (Bagaimana usulan untuk perbaikan yang akan dilakukan?)

Langkah penyelesaian yang harus dilakukan adalah dari faktor manusia adalah memberikan training tentang mesin dies casting DC 350 T agar operator paham keseluruhan pengoperasian mesin, memberikan reward dan punishment terhadap operator agar kinerja yang dilakukan maksimal dan konsentrasi yang baik dalam bekerja. Segi faktor mesin adalah sering mengecek spray auto berjalan dengan baik atau tidak setiap kegiatan proses sesudah dan sebelum injeksi. Selain itu melakukan pengecekan temperature suhu dan pengaturan pada burner agar temperature suhu sesuai standart.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengumpulan dan pengolahan data serta analisis data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

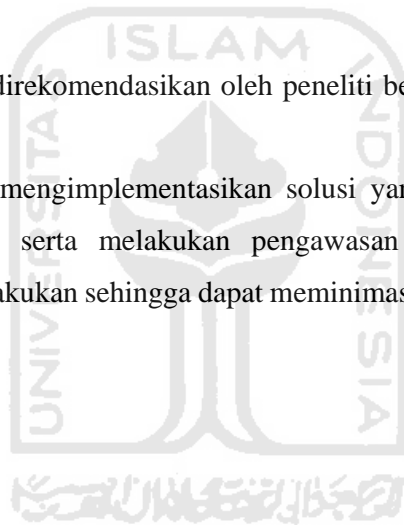
1. Nilai DPMO dan Sigma untuk masing-masing variabel pengukuran pada Cap M/C KEVA adalah untuk variabel panjang body nilai DPMO sebesar 92540,587 dan nilai sigmanya adalah 2,82527 sigma. Untuk variable lebar body nilai DPMO sebesar 92297,296 dan nilai sigmanya adalah 2,82674 sigma, kemudian untuk variable tebal body memiliki nilai DPMO sebesar 78530,200 dan nilai sigmanya adalah 2,91503 sigma. Dan semua variabel memiliki nilai sigma yang menunjukkan bahwa perusahaan berada pada rata-rata industri indonesia.
2. Penyebab cacat yang paling dominan ada bebarapa faktor antara lain Dari segi mesin yaitu disebabkan terdapat partikel yang menempel dan tercampur pada hasil akhir dikarenakan pada saat proses sebelum dan sesudah injeksi spray auto angin tidak berfungsi maksimal untuk membuang atau membersihkan permukaan dies sehingga part terjadi *defect*, dinding dies yang sudah mengalami aus dan perawatan kurang optimal sehingga menimbulkan cacat pada part berupa gores dan kerut. Suhu pada holimesy yang tidak sesuai standart mengakibatkan temperature dies/cetakan tidak sesuai. Sedangkan dari faktor manusia penyebabnya adalah operator dan tidak bekerja dengan konsentrasi baik mengakibatkan dalam melakukan pengerjaan dan mengabaikan *standard operating procedure*. Selain itu operator kurang memahami secara keseluruhan bagian dan system kerja mesin dies casting.
3. Solusi yang tepat untuk diberikan pada PT Chemco Harapan Nusantara untuk meningkatkan kualitas pada produk Cap M/C KEVA antara lain :

- a. Dari faktor manusia adalah memberikan memberikan training tentang mesin dies casting DC 350 T agar operator paham keseluruhan pengoperasian mesin, memberikan *reward* dan *punishment* terhadap operator yang mengabaikan *standard operating procedure* agar kinerja yang dilakukan maksimal dan konsentrasi yang baik dalam bekerja.
- b. Dari segi faktor mesin adalah sering mengecek spray auto berjalan dengan baik atau tidak setiap kegiatan proses sesudah dan sebelum injeksi. Selain itu juga selalu mengecek kebersihan mesin setiap saat supaya mesin terawat agar bisa memberikan performa yang terbaik.

6.2 Saran

Berikut adalah saran yang direkomendasikan oleh peneliti berdasarkan penelitian yang telah dilakukan :

1. Perusahaan hendaknya mengimplementasikan solusi yang diberikan oleh peneliti berdasarkan kesimpulan serta melakukan pengawasan terhadap hasil tindakan perbaikan yang telah dilakukan sehingga dapat meminimasi tingkat kecacatan produk Cap M/C KEVA.



DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Syukron, dan Kholil. 2013. *Six Sigma Quality For Business Improvement*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Ardita, F.A., dan Sukardi. 2012. Analisis Pengurangan Jumlah Produk Cacat Pada Industri Kertas Dengan Pendekatan *Lean Six Sigma*. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Ariani, Dorothea Wahyu. 2005. *Pengendalian Kualitas Statistik : Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kalitatif*. Jakarta : Andi.
- Arifin, M., dan Supriyanto, H. 2012. Aplikasi Metode *Lean Six Sigma* Untuk Usulan Improvisasi Lini Produksi Dengan Mempertimbangkan Faktor Lingkungan. Studi Kasus: Departemen GLS (*General Lighting Services*) PT. Philips Lighting Surabaya. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Besterfield, Dale H., Besterfield, Michna, Carol., Besterfield, Glen H., and Besterfield, Scare, Mary. 2003. *Total Quality Management, Second Edition*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Cahyani, F.I., dan Sri, M.R. 2015. Analisis Pengendalian Kualitas Proses Pengantongan Semen di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dengan Pendekatan *Six Sigma*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Dewi, W.R, Nasir, W.S, dan Ceria, F.M. 2013. Implementasi Metode *Lean Six Sigma* Sebagai Upaya Meminimasi *Waste* Pada PT. Prime Line International. Malang. Universitas Brawijaya.
- Estuningtyas, I., dan Wibawati. 2013. Analisis Pengendalian Kualitas Produk *Labelstock* Menggunakan Diagram Kontrol Kernel di PT. X. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Fuady, Z., dan M. Mashuri. 2014. Pengendalian Kualitas Produksi Botol RC Cola 200 ML di PT. IGLAS (Persero) Gresik Menggunakan Diagram Kontrol DOB (*Decision On Belief*). Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Gaspersz, Vincent. 2012. *All in One Management Toolbook*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Total Quality Management*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2006. *Continuous Cost Reduction Through Lean-Sigma Approach*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2007. *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Hermawan, B. 2011. Pengaruh Kualitas Produk Terhadap Kepuasan, Reputasi Merek Dan Loyalitas Konsumen Jamu Tolak Angin PT. Sido Muncul. Jakarta. Institut Bisnis dan Informatika.
- Ilie, G., dan Ciocoiu, C.N. 2010. *Application Of Fishbone Diagram to Determine The Risk Of an Event With Multiple Causes*.
- Ishikawa, K. 1992. Pengendalian Mutu Terpadu PT. Remaja Rosdakarya, Bandung.
- Larasati, N.D, dan Lucia, A. 2016. Pengendalian Kualitas Proses Produksi Kaca Lembaran Jenis *Laminated* di PT. X Dengan Metode *Six Sigma*. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mastur, I.M., dan Nizar, F.A. 2016. Analisis Pengendalian Kualitas Pembuatan *Wellhub* Dengan Pendekatan *Lean Six Sigma*. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia.
- Purnomo, H. 2004. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Rosmalia, D. 2015. *Six Sigma Untuk Analisis Kepuasan Pelanggan Terhadap Persepsi Kualitas Provider Kartu GSM Prabayar*. Semarang. Universitas Diponegoro.
- Sanny, A.F et al. 2015. Implementasi Metode *Lean Six Sigma* Sebagai Upaya Meminimalisasi Cacat Produk Kemasan Cup Air Mineral 240 ml (Studi Kasus Perusahaan Air Minum). Semarang. Universitas Diponegoro.
- Sinaga, T.S. 2015. Studi Pengendalian Kualitas Pintu Kayu Dengan Menggunakan Metode *Lean Six Sigma*. Medan. Universitas Sumatera Utara.
- Tomasson, M., dan Wallin, J. 2013. *Cost of Poor Quality; Definition and Development of a Process-Based Framework*. Departement of Technology Management and Economic.
- Ulfah, F., dan Rahardjo, S.T. 2013. Analisis Pengaruh Implementasi Manajemen Kualitas Terhadap Kinerja Organisasi Pada Usaha Kecil Menengah Di Kota Salatiga. Semarang. Universitas Diponegoro.