

**PERANCANGAN PERBAIKAN KUALITAS PADA PROSES PRODUKSI COVER
ROOF RACK MENGGUNAKAN SIX SIGMA DAN FAILURE MODE AND
EFFECT ANALYSIS (FMEA)
(Studi Kasus di PT YOGYA PRESISI TEHNIKATAMA INDUSTRI)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Industri**



Disusun Oleh:

Nama : Yulia Setyaningsih

NIM : 10522210

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2014

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan 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 kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 6 November 2014



Yulia Setiyaningsih



PT. YOGYA PRESISI TEHNIKATAMA INDUSTRI

• PRECISION PART • MOLD MAKING • 5-AXIS CNC MILLING • PLASTIC INJECTION • JIG AND CHECKING FIXTURE



SURAT KETERANGAN PENELITIAN

NO: 003/HRD.INJ-SKP/X/2014

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Felicita Noviani Tyas Utami, S.Psi
 Jabatan : HRD PT. YPTI
 Alamat : Dhuri, Tirtomartani, PO.Box.7 Kalasan, Sleman, Yogyakarta 55571.

Menerangkan bahwa yang bersangkutan dibawah ini :

Nama : Yulia Setyaningsih
 NIM : 10522210
 Universitas : Universitas Islam Indonesia
 Fakultas : Teknologi Industri
 Program Studi : Teknik Industri

Telah melakukan penelitian di PT. Yogya Presisi Tehnikatama Industri antara bulan September sampai bulan Oktober 2014.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya bagi yang berkepentingan.

Yogyakarta, 15 Oktober 2014

PT. Yogya Presisi Tehnikatama Industri

(Handwritten signature)
 PT. YOGYA PRESISI
 TEHNIKATAMA INDUSTRI
 Tirtomartani Kalasan,
 Yogyakarta

Felicita Noviani Tyas Utami, S.Psi

HRD

Jln. Dhuri, Tirtomartani PO Box 7 Kalasan, Sleman – Yogyakarta 55571

Phone : +62 274 498282

Fax : +62 274 498474

E Mail : info@yogyapresisi.com

Website : www.yogyapresisi.com

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN PERBAIKAN KUALITAS PADA PROSES PRODUKSI COVER

ROOF RACK MENGGUNAKAN SIX SIGMA DAN FAILURE MODE AND

EFFECT ANALYSIS (FMEA)

(Studi Kasus di PT YOGYA PRESISI TEHNIKATAMA INDUSTRI)

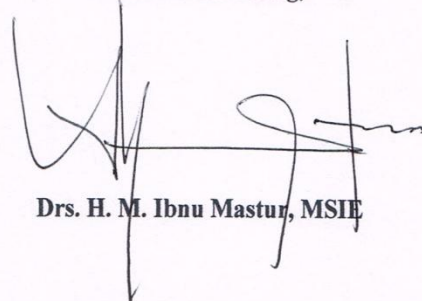


Nama : Yulia Setiyaningsih

No Mahasiswa : 10522210

Yogyakarta, 12 November 2014

Dosen Pembimbing,

 12/11/2014

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PERANCANGAN PERBAIKAN KUALITAS PADA PROSES PRODUKSI COVER
ROOF RACK MENGGUNAKAN SIX SIGMA DAN FAILURE MODE AND
EFFECT ANALYSIS (FMEA)**

(Studi Kasus di PT YOGYA PRESISI TEHNIKATAMA INDUSTRI)

TUGAS AKHIR

Oleh :
Nama : Yulia Setyaningsih
No Mahasiswa : 10522210

Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, 27 November 2014

Tim Penguji

Drs. H. M. Ibnu Mastur, MSIE
Ketua

Drs. Hr. Abdul Djalal, M.M.
Anggota I

Harwati S.T.,M.T
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman S.T.,M.Eng

PERSEMBAHAN

“Ku persembahkan hasil karya ini kepada mereka yang kucintai dan selalu memberi makna dalam hidupku”

Allah SWT

Alhamdulillahirobbil'alamin Puji syukur atas segala kesempatan dan kenikmatan yang tak henti-hentinya Kau anugerahkan ya Allah

Ibunda dan Ayahanda

Terima kasih atas segala ketulusan kasih sayang serta doa, dukungan dan semua hal yang sudah diberikan

Untuk kakak ku tercinta

Terima kasih atas doa, dukungan dan motivasinya

Serta sahabat-sahabatku

Terima kasih untuk doa dan dukungannya...

MOTTO

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اسْتَعِينُوا بِالصَّبْرِ وَالصَّلَاةِ إِنَّ اللَّهَ مَعَ
الصَّابِرِينَ ﴿١٥٣﴾

*“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalat penolongmu ,
sesungguhnya Allah bersama orang-orang yang sabar”.*

(Q.S Al-Baqarah ayat 153)

وَمَنْ يَتَوَكَّلْ عَلَى اللَّهِ فَهُوَ حَسْبُهُ

*“Dan barang siapa yang bertawakal kepada Allah niscaya Allah akan mencukupkan
(keperluan) nya.” (QS. Ath Tolaq: 3)*

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾

*“Karena Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah
kesulitan itu ada kemudahan”.*

(QS. Al-Insyirah ayat 5-6)

وَمَنْ سَلَكَ طَرِيقًا يَلْتَمِسُ فِيهِ عِلْمًا ، سَهَّلَ اللَّهُ لَهُ بِهِ طَرِيقًا إِلَى الْجَنَّةِ

*“Barang siapa menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah mudahkan baginya
jalan menuju Surga.” (HR. Muslim)*

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr.wb

Alhamdulillahirobbil'alamin Puji syukur pada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Perancangan Perbaikan Kualitas Pada Proses Produksi *Cover Roof Rack* Menggunakan *Six Sigma* Dan *Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)*”** di PT Yogy Presisi Tehnikatama Industri.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Industri untuk menyelesaikan Studi Strata-1 pada Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, Penulis mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu Penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung kepada :

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Drs H. M. Ibnu Mastur, MSIE selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran dan waktunya hingga terselesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Farid dan Bapak Dwi Selaku divisi *Quality Control* yang telah memberikan kesempatan untuk melaksanakan penelitian.
5. Kedua Orang tua yang selalu memberikan doa, perhatian, kasih sayang, semangat dan nasehat-nasehat yang sangat berharga bagi penulis.
6. Semua pihak yang telah memberikan semangat dan masukan dalam menjalankan penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat, hidayah dan kemuliaanNya baik di dunia maupun di akhirat kepada semua pihak yang telah mendukung hingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis sadar bahwa di dalam penyelesaian tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Untuk itu penulis memohon maaf yang sebesar besarnya dan sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna penyempurnaan di masa mendatang.

Akhir kata Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya di dunia ilmu pengetahuan bagi semua pihak.

Wassalamu'alaikum Wr.wb

Yogyakarta, November 2014

Penulis

ABSTRAK

PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur mould (cetakan). Beberapa produk unggulan PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri saat ini diantaranya adalah mould dan spare part serta plastik injeksi. Plastik injeksi adalah produk yang terbuat dari plastik, baik produk untuk kebutuhan rumah tangga, makanan dan minuman, elektronik, otomotif, serta peralatan lain yang terbuat dari material plastik. Penelitian ini difokuskan pada produk plastik injeksi berupa cover roof rack. PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri berusaha dapat memenuhi kepuasan pelanggan dan dapat menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan melakukan perbaikan secara terus menerus terhadap produk yang dihasilkan. Agar dapat memenuhi kepuasan pelanggan dan dapat meningkatkan kualitas maka perusahaan memerlukan pengendalian kualitas dengan melakukan perbaikan secara terus menerus agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar. Penelitian ini mengimplementasikan metode Six Sigma dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), dimana Six Sigma mengukur tingkat kecacatan melalui tahapan define, measure, analyze, improve, dan control. Dari metode ini kemudian dianalisis penyebab kecacatan produk dengan menggunakan tools didalam Six Sigma. Kemudian jenis cacat tersebut digunakan dalam analisis FMEA. Dari hasil analisis FMEA didapatkan nilai urutan RPN tertinggi yang akan menjadi prioritas perbaikan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat kecacatan produk cover roof rack masih cukup tinggi dengan nilai tingkat sigma sebesar 3,22 dan menghasilkan 42.367 cacat per sejuta kemungkinan dengan variabel yang diteliti adalah berat cover roof rack. Trend pola data DPMO menunjukkan masih terdapat variasi proses yang naik turun sepanjang periode. Jenis cacat pada cover roof rack adalah silver, scrath, short short, sinmark dan overcut. Dari hasil analisis FMEA, diketahui bahwa resiko kegagalan terbesar terjadi pada prosedur pemanasan atau pengeringan material. Untuk usulan perbaikannya adalah melakukan pengawasan secara intensif dengan menempatkan operator pada proses pemanasan material untuk mengatur waktu atau suhu pemanasan material, melakukan perawatan atau pengecekan mesin secara rutin setiap satu hari sekali, melakukan pemeriksaan setting an mesin injeksi terlebih dahulu sebelum proses produksi dimulai, memberikan waktu istirahat yang cukup dan selalu menjaga komunikasi dengan memberikan motivasi serta bonus bagi operator yang telah bekerja dengan teliti, membuat rotasi pekerjaan, dan memberikan pelatihan kepada operator terutama pada operator baru diluar jam kerja.

Kata kunci : Six Sigma, FMEA, DPMO, RPN.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
SURAT KETERANGAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTO.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian	5
BAB II KAJIAN LITERATUR	
2.1 Kajian Pustaka Terdahulu	7
2.2 Konsep Kualitas	9
2.2.1 Definisi Kualitas	9
2.2.2 Pengendalian	10
2.2.3 Pengendalian Kualitas.....	11
2.3 Pengertian Six Sigma.....	12
2.3.1 Metodologi Six Sigma	15
2.3.2 <i>Tools</i> dalam Six Sigma	17
2.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).....	24
2.4.1 Definisi FMEA.....	24
2.4.2 Tujuan dan Manfaat Pengguna FMEA	25
2.4.3 Istilah-istilah Dalam FMEA.....	26
2.5 Metode 5W-1H.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Objek Penelitian	30
3.2 Lokasi Penelitian.....	30
3.3 Pengumpulan data.....	30
3.4 Kajian Literature	31
3.5 Pengolahan Data.....	31
3.6 Kerangka Pemikiran.....	37
3.7 Kesimpulan dan Saran.....	38
3.8 Diagram Alir Kerangka Penelitian.....	39

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 Pengumpulan Data	40
4.1.1 Sejarah Perusahaan	40
4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan.....	41
4.1.3 Sistem Produksi.....	42
4.1.4 Manajemen Sumber Daya Manusia	43
4.2 Pengolahan Data.....	43
4.2.1 Tahap <i>Define</i>	43
4.2.1.1 Menentukan Diagram SIPOC	43
4.2.2 Tahap <i>Measure</i>	45
4.2.2.1 Karakteristik Kualitas	45
4.2.2.2 Pengukuran Pada Tingkat Proses dan Output.....	47
4.2.2.2.1 Data Variabel	47
4.2.2.2.2 Data Atribut	51
4.2.3 Tahap <i>Analyze</i>	54
4.2.3.1 Menentukan Stabilitas dan Kapabilitas Proses	54
4.2.3.2 Identifikasi Sumber dan Akar Penyebab Kecacatan Produk ..	56
4.2.3.3 Membuat FMEA	63
4.2.4 Tahap <i>Improve</i>	72
4.2.5 Tahap <i>Control</i>	75
BAB V PEMBAHASAN	
5.1 Tahap <i>Define</i>	76
5.2 Tahap <i>Measure</i>	76
5.3 Tahap <i>Analyze</i>	77
5.3.1 Analisis Tingkat Sigma.....	77
5.3.1.1 Data Atribut	77
5.3.1.2 Data Variabel	77
5.3.1.3 Hubungan Tingkat Sigma Data Atribut dan Variabel.....	78
5.3.1.4 Analisis Kapabilitas Proses.....	78
5.3.1.5 Identifikasi Sumber dan Akar Penyebab Kecacatan Produk ..	80
5.3.1.6 Analisis dan Pengaruh Potensial Kegagalan Sumber-sumber variasi.....	81
5.4 Tahap <i>Improve</i>	81
5.5 Tahap <i>Control</i>	83
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	84
6.2 Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan True 6-Sigma dengan Motorola's 6-Sigma.....	14
Tabel 2.2 Rating <i>Severity</i>	26
Tabel 2.3 Skala <i>Occurence</i>	27
Tabel 2.4 Skala <i>Detection</i>	27
Tabel 2.5 Penggunaan metode 5W-1H untuk pengembangan rencana tindakan.....	29
Tabel 3.1 Cara Memperkirakan Kapabilitas Proses Untuk Data Atribut.....	34
Tabel 3.2 Cara Memperkirakan Kapabilitas Proses Untuk Data Variabel	35
Tabel 3.3 Kerangka Kerja Six Sigma	37
Tabel 4.1 Produk PT YPTI	45
Tabel 4.2 Produk <i>Cover Roof Rack</i> Berdasarkan Karakteristik Jenis Cacat	46
Tabel 4.3 Spesifikasi Produk <i>Cover Roof Rack</i> PT YPTI	47
Tabel 4.4 Pengolahan Data Untuk Berat <i>Cover Roof Rack</i>	47
Tabel 4.5 Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma Untuk Data Variabel.	48
Tabel 4.6 Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma Produk <i>Cover Roof Rack</i>	51
Tabel 4.7 Daftar kerusakan <i>heater nozzle</i> bulan september 2014	56
Tabel 4.8 Penyebab kesalahan prosedur	57
Tabel 4.9 Tingkat kebisingan ruangan.....	58
Tabel 4.10 Nilai Ambang Batas Kebisingan.....	59
Tabel 4.11 Daftar Kesalahan Settingan Mesin	59
Tabel 4.12 Penyebab operator melakukan kesalahan settingan mesin	61
Tabel 4.13 Keluhan Pada Operator	62
Tabel 4.14 <i>Failure Mode and Failure Effect</i>	64
Tabel 4.15 Rating <i>Severity</i>	65
Tabel 4.16 Peringkat <i>Severity</i>	65
Tabel 4.17 <i>Causes</i> dari <i>Failure Mode</i>	66
Tabel 4.18 Skala <i>Occurence</i>	67
Tabel 4.19 Peringkat <i>Occurence</i>	67
Tabel 4.20 Kejadian yang Mungkin Terjadi karena Kegagalan	68
Tabel 4.21 Skala <i>Detection</i>	70
Tabel 4.22 Peringkat <i>Detection Control</i>	70
Tabel 4.23 <i>Risk Priority Number</i>	71
Tabel 4.24 Langkah-langkah perbaikan Pada PT YPTI	72
Tabel 5.1 Hasil Indeks Kapabilitas Proses.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 pergeseran kurva distribusi sebesar $\pm 1,5 \sigma$	13
Gambar 2.2 Contoh CTQ <i>Tree</i>	18
Gambar 2.3 Contoh Diagram SIPOC.....	19
Gambar 2.4 Diagram <i>Fishbone</i>	20
Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian.....	39
Gambar 4.1 Tahapan Proses Produksi	42
Gambar 4.2 Diagram SIPOC	44
Gambar 4.3 Diagram Pareto Cacat Pada <i>Cover Roof Rack</i>	46
Gambar 4.4 Grafik DPMO Untuk Berat <i>Cover Roof Rack</i>	50
Gambar 4.5 Grafik DPMO Untuk Berat <i>Cover Roof Rack</i>	50
Gambar 4.6 Grafik DPMO Data Atribut.....	53
Gambar 4.7 Grafik Kapabilitas Sigma Data Atribut.....	53
Gambar 4.8 Grafik Pengendalian x Berat <i>Cover Roof Rack</i>	55
Gambar 4.9 Diagram Sebab Akibat Untuk Kriteria Cacat <i>Silver</i>	56

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memasuki era globalisasi, persaingan dalam dunia industri semakin ketat. Dalam persaingan di pasar global hanya produk yang berkualitas baik yang akan selalu diminati, karena kualitas merupakan pemenuhan pelayanan kepada konsumen. Masalah kualitas adalah masalah yang sangat penting dalam industri. Hal ini dapat dijadikan sebagai pedoman bahwa pengendalian kualitas merupakan bagian dari proses produksi yang sangat berpengaruh dalam meningkatkan kualitas produk. Pengendalian ini dimaksudkan agar produk yang dihasilkan baik (tidak cacat) selama proses produksi berlangsung.

Perusahaan yang dapat bertahan dalam persaingan yang ketat ini hanyalah perusahaan yang mengutamakan kualitas pada produknya. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas produk adalah dengan meningkatkan kualitas proses produksi yang harus dijalankan secara intensif dan terus menerus, sehingga akan mengurangi tingkat cacat (*defect*) produk yang merugikan perusahaan. *Defect* adalah semua kejadian atau peristiwa dimana produk atau proses gagal memenuhi kebutuhan pelanggan (Pande et. al, 2002). Di dalam pengendalian kualitas ini produk diperiksa menurut standar dan semua penyimpangan dicatat serta dianalisis yang hasilnya akan digunakan sebagai umpan balik untuk para pelaksana dalam melakukan tindakan perbaikan di masa yang akan datang (Assauri, 1993). Salah satu metode yang dapat mengurangi jumlah cacat dan memberikan kepuasan kepada para pelanggan adalah Six Sigma, dimana Six sigma merupakan metode perbaikan kualitas dengan memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses sekaligus mengurangi cacat menggunakan alat bantu statistik dan *problem solving tools* yang nantinya akan diidentifikasi akar penyebab masalah yang menjadi sumber kecacatan kemudian dilakukan langkah-langkah untuk perbaikan. Menurut Gaspersz (2002) Six

Sigma merupakan suatu metode peningkatan kualitas yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas.

Peningkatan kualitas dapat dilakukan dengan cara antara lain, tenaga kerja harus bekerja dengan *standart operating procedure*, melanjutkan proyek peningkatan kualitas dengan memperbaiki faktor yang lain, membudayakan perbaikan kualitas secara kontinyu, membentuk tim peningkatan kualitas untuk setiap departemen dan memberikan penghargaan untuk tim yang berhasil meningkatkan kualitas departemennya (Raharjo et. al, 2008)

Menurut Indrayanto (2008) pemilihan metode DMAIC *Six sigma* sebagai alat pengolahan data didasarkan pada kesesuaian, kemampuan, fungsi, ciri ataupun kinerja dari metode tersebut untuk menganalisa pada bagian proses manakah yang terjadi cacat paling dominan agar tercapai Six Sigma. Perusahaan dapat bersaing dalam industri dengan memberikan produk yang mengejar dengan spesifikasi dan tidak memiliki cacat, untuk menghasilkan produk yang memiliki kualitas yang baik dan seragam ada varians harus diminimalkan (Dewi, 2012).

PT Yoga Presisi Tehnikatama Industri merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur *mould* (cetakan) untuk produk-produk tertentu dan memproduksi *spare part* mesin-mesin industri dan otomotif. Beberapa produk unggulan PT YPTI saat ini diantaranya adalah *mould* dan *spare part* serta plastik injeksi. Plastik injeksi adalah produk yang terbuat dari plastik, baik produk untuk kebutuhan rumah tangga, makanan dan minuman, elektronik, otomotif, serta peralatan lain yang terbuat dari material plastik. Perusahaan dalam bidang teknologi permesinan dan otomotif di Indonesia semakin berkembang pesat, tentunya mereka akan dihadapkan pesaing dengan perusahaan lain yang memproduksi output yang sama. Dengan bertambahnya persaingan, maka perusahaan dituntut untuk selalu melakukan perbaikan untuk meningkatkan kualitas produk, sehingga pada tahun 2009, perusahaan mendapatkan ISO 9001:2008 yaitu suatu standar internasional untuk sistem manajemen mutu atau kualitas. Seringkali ditemukan cacat pada produk yang dihasilkan dan pernah mendapat teguran dari konsumen mengenai cacat yang terdapat pada produk namun lolos inspeksi. Maka dari itu perusahaan harus benar-benar dalam memperbaiki kualitas produk plastik injeksi berupa *cover roof rack* ini untuk menjaga

kepercayaan pelanggan. Dimana terdapat cacat yang masih dapat diperbaiki dan terdapat pula cacat yang sudah tidak dapat diperbaiki. Pada setiap jenis cacat pun memiliki cara penanganan yang berbeda-beda. PT.YPTI memberikan target pada bagian produksi untuk memproduksi dengan jumlah *defect* 3% dari total produksi per bulan. Dilihat dari sudut pandang tersebut, akan terlihat jelas bahwa kualitas memegang peranan penting bagi posisi perusahaan di pasar untuk mempertahankan *market-share* mereka.

Ahyari (1980) menyatakan bahwa fokus terhadap kualitas adalah melakukan pengendalian, pengarahan serta mempertahankan mutu dari produk sehingga semua aktivitas yang dilakukan terkait dengan produk tersebut tidak melenceng dari yang direncanakan. Maka dalam penelitian ini, *Six Sigma* dengan tahapan-tahapannya yang sistematis yaitu, *Define, Measure, Analyze, Improve* dan *Control* (DMAIC) bisa diterapkan untuk membantu perusahaan dalam upaya peningkatan kualitas produknya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari penjelasan tentang latar belakang masalah yang telah dikemukakan sebelumnya, maka permasalahan yang dapat dirumuskan adalah bagaimana strategi atau langkah-langkah dalam melakukan perbaikan agar tingkat kecacatan menurun?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pengukuran tingkat sigma yang dilakukan ditujukan pada PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri divisi *Plastic Injection* yang terletak Kalasan Yogyakarta.
2. Metode pengukuran tingkat sigma yang digunakan adalah dengan menggunakan metode six sigma (*six sigma quality control*)
3. Pengukuran tingkat sigma yang dilakukan berdasarkan data bulan juli – september 2014.

4. Pengukuran tingkat sigma mencakup perhitungan tingkat DPMO dan analisis terhadap hasil-hasil pengukuran.
5. Perhitungan hanya pada produk *Cover Roof Rack* dengan jumlah *defect* 3% dari total produksi per bulan.
6. Mesin injeksi yang digunakan adalah MC-1 (JSW 330T)

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada rumusan masalah diatas, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui strategi atau langkah-langkah dalam melakukan perbaikan produk *cover roof rack* agar tingkat kecacatan menurun.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin dicapai oleh penulis bagi perusahaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya kecacatan sehingga dapat diambil tindakan perbaikan untuk produksi yang akan datang.
2. Mengetahui nilai DPMO pada produk *Cover Roof Rack* dan perbaikan apa saja yang harus dilakukan untuk mengurangi cacat pada produk *Cover Roof Rack*.
3. Diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bacaan untuk menambah pengetahuan para pembaca dan dapat digunakan sebagai acuan penelitian selanjutnya.
4. Sebagai masukan untuk menganalisis tentang kualitas produk akhir yang dihasilkan dan dalam menentukan kebijakan pengendalian kualitas produksi agar dicapai produk berkualitas yang sesuai dengan standar

1.6 Sistematika Penelitian

Penulisan hasil penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sistematika sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Memuat latar belakang, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Memuat kajian literatur deduktif dan induktif yang dapat membuktikan bahwa topik TA yang diangkat memenuhi syarat dan kriteria yang telah dijelaskan diatas.

BAB III METODE PENELITIAN

Mengandung uraian mengenai lokasi penelitian, objek penelitian, bahan atau materi penelitian, alat, tata cara penelitian data yang dikaji, serta alat analisis yang dipakai dan bagan penelitian .

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini memuat data-data yang diperlukan untuk penelitian beserta pengolahan datanya serta memuat hasil pengolahannya, hasil penelitian ini ditampilkan dalam bentuk tabel maupun grafik. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pada pembahasan hasil.

BAB V PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

Bab ini memuat pembahasan yang sifatnya terpadu sesuai hasil yang diperoleh dalam pengolahan data sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan merupakan pernyataan singkat, jelas dan tepat tentang apa yang di peroleh, dapat dibuktikan, dan dijabarkan dari hipotesis. Saran memuat berbagai usulan atau pendapat yang dibenarkan oleh peneliti dari melihat hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

- a. Gambar
- b. Tabel

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Pustaka Terdahulu

Beberapa penelitian yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas produk dengan menggunakan metode *Six Sigma* telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Hal tersebut menjelaskan hubungan antara penelitian yang dilakukan penulis dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya.

Berbagai penelitian terdahulu seperti Amri (2007), Analisis Stabilitas dan kapabilitas Proses Spinning Benang Katun dengan Metode *Six sigma*. Hasil dari penelitian ini adalah kebutuhan proses perteunan dapat diakomodasi oleh CTQ pengukuran benang yang berkualitas, yaitu nomor benang, kekuatan benang, ketidakrataan benang, *nep*, TPI, bentuk gulungan pada *cone*, sambungan benang, panjang benang dalam *cone*, benang tipis dan benang tebal. Rata-rata output nilai karakteristik kualitas ketidakrataan (U%) benang produksi PT. Primissima berada pada kinerja 4,07 *sigma*. Pada tingkat kinerja 4,07 *sigma* tersebut rata-rata proses dinilai kurang stabil. Adapun penyebab ketidakstabilan dan ketidakmampuan proses tersebut berasal dari faktor lingkungan, mesin dan peralatan, proses, material, tenaga kerja dan pengukuran.

Wahyunugraha (2013) meneliti tentang Analisis Keandalan Pada Boiler PLTU dengan Menggunakan Metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA), dimana hasil penelitiannya disimpulkan bahwa analisis kuantitatif yang dilakukan pada sebuah peralatan menunjukkan bahwa keandalan pada boiler dan peralata pendukungnya mengalami penurunan keandalan selama masa operasi peralatan. Penurunan nilai keandalan sebuah peralatan dipegaruhi oleh kerusakan peralatan. Pada analisis FMEA masing-masing bentuk kegagalan peralatan memiliki tingkat kefatalan(*Severity*), tingkat kejadian (*Occurence*) dan tingkat deteksi (*Detection*) yang berbeda-beda sesuai dengan penyebab dan dampak yang ditimbulkan oleh

kegagalan. Selain itu, Penelitian yang dilakukan oleh Indrayanto (2008) dengan judul peningkatan kualitas produk dengan menerapkan metode DMAIC *Six sigma*. Pada penelitian ini berusaha untuk menganalisa pada bagian proses manakah yang terjadi cacat paling dominan agar tercapai six sigma. Penelitian ini menggunakan metode DMAIC, pemilihan metode tersebut sebagai alat pengolahan data didasarkan pada kesesuaian, kemampuan, fungsi, ciri ataupun kinerja dari metode tersebut. Hasil penelitian, cacat yang paling dominan terletak pada proses cetak isi dan cover. Penyebab utama adalah pada bagian plate yang telah aus sehingga menyebabkan cacat prodek dibagian proses cetak dan cover.

Penelitian lainnya dilakukan oleh Oltavina dan Siska Indrawati (2008) dalam penelitiannya Penerapan Metode *Six Sigma* Dalam Pengendalian Kualitas Tekstil telah membuktikan bahwa proporsi kecacatan sesudah implementasi lebih kecil dari proporsi kecacatan sebelum implementasi. Biaya akibat kualitas buruk setelah implementasi program *Six Sigma* mengalami penurunan. Indeks kapabilitas proses dan nilai sigma untuk produksi kain *Embroidery Tile Full* setelah implementasi mengalami kenaikan. Namun pada penelitian ini belum dilakukan proses analisis terhadap alur penyebab masalah yang menimbulkan kegagalan pada proses produksinya.

Wulansari (2013) meneliti tentang Pengendalian Kualitas Produksi dengan menggabungkan antara metode *Six Sigma* dengan *Balance Scorecard*, dimana *Six Sigma* meningkatkan kinerja, sementara BSC menyediakan indikator lewat metrik untuk mengevaluasi kinerja.

Dari kajian literatur yang telah dilakukan, adapun perbedaan penelitian kali ini dari penelitian-penelitian sebelumnya adalah penggabungan antara *Six Sigma* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Adapun faktor keunggulan digunakan FMEA adalah untuk mengetahui fokus ataupun prioritas perbaikan yang akan dilakukan.

2.2 Konsep Kualitas

2.2.1 Definisi Kualitas

Kualitas adalah sebuah kata yang bagi penyedia jasa merupakan sesuatu yang harus dikerjakan dengan baik. Menurut Gaspersz (1997) menyatakan kualitas adalah totalitas dari fitur-fitur dan karakteristik-karakteristik yang dimiliki oleh produk yang sanggup untuk memuaskan kebutuhan konsumen. Dalam mendefinisikan kualitas, banyak ahli yang mendefinisikan secara berbeda-beda hal ini dikarenakan kualitas memiliki banyak kriteria dan sangat tergantung pada konteksnya. Berikut ini adalah pengertian tentang definisi kualitas (Anonim, 2012):

1. Menurut Deming kualitas adalah apapun yang menjadi kebutuhan dan keinginan konsumen.
2. Menurut Crosby kualitas adalah mempersepsikan kualitas sebagai nihil cacat, kesempurnaan dan kesesuaian terhadap persyaratan.
3. Menurut Juran kualitas adalah kesesuaian terhadap spesifikasi.
4. Menurut Goetsch dan Davis kualitas sebagai suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, jasa, manusia, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan.
5. Menurut Trigono kualitas adalah suatu standart yang harus dicapai oleh seseorang atau sekelompok atau lembaga atau organisasi mengenai kualitas sumber daya manusia, kualitas cara kerja, proses dan hasil kerja atau produk yang berupa barang dan jasa.
6. Menurut Kotler kualitas adalah seluruh ciri serta sifat suatu produk atau pelayanan yang berpengaruh pada kemampuan untuk memuaskan kebutuhan yang dinyatakan atau yang tersirat.
7. Menurut Render dan Heizer kualitas adalah keseluruhan fitur dan karakteristik produk atau jasa yang mampu memuaskan kebutuhan yang terlihat atau tersamar.

Berdasarkan pengertian diatas, maka kualitas didefinisikan sebagai konsistensi peningkatan atau perbaikan dan penurunan variasi karakteristik dari suatu produk yang

dihasilkan, agar memenuhi kebutuhan yang telah dispesifikasikan guna meningkatkan kepuasan pelanggan.

Kualitas adalah faktor kunci yang membawa keberhasilan bisnis, pertumbuhan dan peningkatan posisi bersaing. Kualitas suatu produk diartikan sebagai derajat atau tingkatan dimana produk atau jasa tersebut mampu memuaskan keinginan dari konsumen (*fitness for use*). Kualitas menjadi faktor dasar keputusan konsumen untuk mendapatkan suatu produk, karena konsumen akan memutuskan untuk membeli suatu produk dari perusahaan tertentu yang lebih berkualitas daripada saingan-saingannya. Alasan-alasan mendasar pentingnya kualitas sebagai strategi bisnis adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kesadaran konsumen akan kualitas dan orientasi konsumen yang kuat akan penampilan kualitas.
2. Kemampuan produk.
3. Peningkatan tekanan biaya pada tenaga kerja, energi dan bahan baku.
4. Persaingan yang semakin intensif.
5. Kemajuan yang luar biasa dalam produktifitas melalui program keteknikkan kualitas yang efektif.

2.2.2 Pengendalian

Pengendalian merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menjamin agar kegiatan produksi dan operasi yang dilaksanakan sesuai dengan apa yang telah direncanakan dan apabila terjadi penyimpangan tersebut dapat dikoreksi sehingga apa yang diharapkan tercapai.

Menurut Gasperz (2005), pengendalian dapat diartikan sebagai kegiatan yang dilakukan untuk memantau aktivitas dan memastikan kinerja sebenarnya yang dilakukan telah sesuai dengan yang direncanakan.

Pengendalian diperlukan karena adanya 2 alasan (Evans dan Lindsay, 2007) yaitu:

1. Pengendalian merupakan dasar bagi manajemen kerja harian yang efektif bagi semua tingkatan organisasi.
2. Perbaikan jangka panjang tidak dapat diterapkan pada suatu proses kecuali jika proses tersebut terkendali dengan baik.

Dalam melakukan pengendalian ada 4 langkah yang digunakan yaitu :

1. Menentukan standart (*Setting Standard*)
Menentukan standar mutu biaya (*cost quality*), standar mutu kerja (*performance quality*) yang diperlukan untuk suatu produk.
2. Menilai kesesuaian (*Appraising Conformance*)
Membandingkan kesesuaian dari produk yang dibuat dengan standar yang telah diterapkan.
3. Bertindak bila perlu (*Acting When Necessary*)
Mengoreksi masalah dan melalui faktor-faktor yang mencakup *marketing*, desain, *engineering*, produksi dan pemeliharaan faktor-faktor yang mempengaruhi kepuasan pelanggan.
4. Merencanakan perbaikan (*Planning for Improvement*)
Merencanakan suatu upaya yang berlanjut untuk memperbaiki standar biaya, kinerja, keamanan dan keandalan.

2.2.3 Pengendalian Kualitas (*Quality Control*)

Pengendalian kualitas tidak dapat dilepaskan dari pengendalian produksi, karena pengendalian kualitas merupakan bagian dari pengendalian produksi. Pengendalian produksi baik secara kualitas maupun kuantitas merupakan kegiatan yang sangat penting dalam suatu perusahaan. Pengendalian kualitas dilakukan agar dapat menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang sesuai dengan standar yang diinginkan dan direncanakan, serta memperbaiki kualitas produk yang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan sedapat mungkin mempertahankan kualitas yang telah sesuai.

Pengertian pengendalian kualitas menurut Assuari (1998) adalah Pengawasan mutu merupakan usaha untuk mempertahankan mutu/kualitas barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pemimpin perusahaan. Sedangkan menurut Gasperz (2005) pengendalian kualitas adalah teknik dan aktivitas operasional yang digunakan untuk memenuhi standar kualitas yang diharapkan.

Berdasarkan pengertian diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pengendalian kualitas adalah suatu teknik dan aktivitas/ tindakan yang terencana yang dilakukan untuk mencapai, mempertahankan dan meningkatkan kualitas suatu produk dan jasa agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan dapat memenuhi kepuasan konsumen.

Adapun tujuan dari pengendalian kualitas menurut Assauri (1998) adalah :

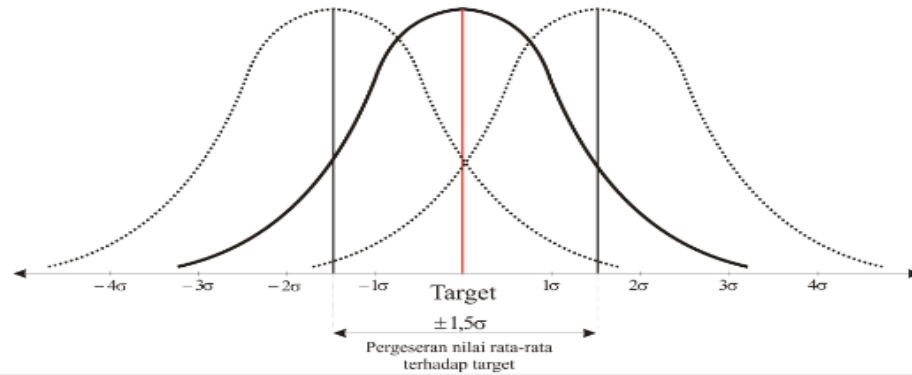
1. Agar barang hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang telah ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi dapat menjadi sekecil mungkin.
3. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin.

Tujuan utama pengendalian kualitas adalah untuk mendapatkan jaminan bahwa kualitas produk atau jasa yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan dengan mengeluarkan biaya yang ekonomis atau serendah mungkin

2.3 Pengertian Six Sigma

Six sigma merupakan sebuah metodologi terstruktur untuk memperbaiki proses yang difokuskan pada usaha mengurangi variasi proses (*process variances*) sekaligus mengurangi cacat (produk/jasa yang diluar spesifikasi) dengan menggunakan statistik dan *problem solving tools* secara intensif (Manggala, 2005). Six sigma merupakan proses disiplin tinggi yang membantu mengembangkan dan mengantarkan produk mendekati sempurna. Gasperz (2002) mendefinisikan Six Sigma dari sudut pandang statistik sebagai suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) untuk setiap transaksi produk baik barang maupun jasa. Dengan demikian Six Sigma dapat dijadikan ukuran target kinerja sistem industri tentang bagaimana baiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok (industri) dan pelanggan (pasar). Semakin tinggi target sigma yang dicapai, kinerja sistem industri akan semakin baik. Six Sigma juga dapat dianggap sebagai terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan luar biasa (*dramatic*) dan sebagai pengendalian proses industri yang berfokus pada pelanggan, melalui penekanan pada kemampuan proses (*process capability*).

Proses Six Sigma dengan distribusi normal yang mengizinkan nilai rata-rata (*mean*) proses bergeser 1,5 sigma dari nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan, ditunjukkan pada gambar berikut ini :



Gambar 2.1 pergeseran kurva distribusi sebesar $\pm 1,5 \sigma$ (Gasperz, 2002)

Ketika suatu proses berjalan maka pasti terjadi variasi, baik itu pada proses manufaktur maupun pada proses penghantaran jasa. Variasi dapat disebabkan oleh dispersi (lebar proses) dan pengukuran lokasi (pusat proses). Pengendalian proses Six Sigma yang dikembangkan Motorola mengizinkan adanya pergeseran variasi pada proses berkisar $\pm 1,5 \sigma$, sehingga akan dihasilkan 3,4 DPMO. Dengan demikian berdasarkan konsep ini berlaku toleransi penyimpangan $\mu = T \pm 1,5 \sigma$. Disini μ merupakan nilai rata-rata (mean) dari proses, sedangkan σ merupakan ukuran variasi proses. Satu hal yang perlu digaris bawahi bahwa konsep Six Sigma yang dikembangkan oleh Motorola dengan pergeseran nilai rata-rata (mean) dari proses yang diizinkan sebesar 1,5 sigma merupakan hal yang berbeda dari konsep Six Sigma dalam distribusi normal yang umum dipahami selama ini yang tidak mengizinkan adanya pergeseran dalam nilai rata-rata dari proses. Perbedaan ini ditunjukkan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 2.1 perbedaan True 6-Sigma dengan Motorola's 6-Sigma (Gasperz, 2002)

True 6-Sigma Process (Normal Distribution Centered)			Motorola's 6-Sigma (Normal Distribution Shifted 1,5 sigma)		
Batas Spesifikasi (USL-LSL)	Persentase	DPMO	Batas Spesifikasi (USL-LSL)	Persentase	DPMO
± 1-Sigma	68,27%	317.300	± 1Sigma	30,23%	697.700
± 2-Sigma	95,45%	45.500	± 2-Sigma	69,13%	308.700
± 3-Sigma	99,73%	2.700	± 3-Sigma	93,32%	66810
± 4-Sigma	99,9937%	63	± 4-Sigma	99,3790%	6210
± 5-Sigma	99,999943%	0.57	± 5-Sigma	99,97670%	233
± 6-Sigma	99,9999998%	0.002	± 6-Sigma	99,99966%	3,4

Dalam pendekatan Six Sigma terdapat konsep dasar yaitu pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai yang diharapkan mereka. Apabila produk (barang atau jasa) diproses pada tingkat kualitas Six Sigma, maka perusahaan boleh mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) itu mengharapkan 99.99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada dalam produk itu. Dengan demikian Six Sigma dapat dijadikan ukuran target kinerja sistem industri, tentang bagaimana sebaiknya suatu proses transaksi produk antara pemasok (industri) dan pelanggan (pasar). Semakin tinggi target Sigma yang dicapai maka kinerja sistem industri akan semakin baik. Sehingga 6 Sigma otomatis lebih baik dari 4 Sigma, lebih baik dari 3 Sigma. Six Sigma juga dianggap sebagai strategi terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan yang luar biasa (*dramatic*) ditingkat bawah Six Sigma juga dapat dipandang sebagai pengendalian proses industri berfokus kepada pelanggan melalui memperhatikan kemampuan proses (*proces capability*).

Apabila konsep Six Sigma diterapkan pada proses *manufacturing*, ada enam aspek yang perlu diperhatikan :

1. Identifikasi karakteristik produk sesuai dengan ekspektasi pelanggan.
2. Klasifikasi karakteristik kualitas sebagai *CTQ (critical-to-quality) individual*. Karakteristik kualitas atau *CTQ* adalah unsur-unsur suatu proses yang secara signifikan mempengaruhi output dari suatu proses.
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 ekspektasi pelanggan (menentukan nilai LCL dan UCL dari setiap *CTQ*).
5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap *CTQ* (menentukan nilai maksimum standard deviasi untuk setiap *CTQ*)
6. Mengubah desain produk dan atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target Six Sigma yang memiliki indeks kemampuan proses minimum sama dengan dua ($C_{pm} \geq 2$)

2.3.1 Metodologi Six Sigma

Metodologi yang paling penting di dalam Six Sigma adalah metodologi DMAIC (*Define-Measure-Analyze-Improve-Control*) proses. Proses DMAIC bekerja dengan baik sebagai strategi terobosan di dalam Six Sigma. DMAIC digunakan untuk memperbaiki produk dan proses yang ada. Proses DMAIC sebaiknya digunakan saat produk atau proses dapat ditingkatkan untuk memenuhi atau menambah persyaratan kebutuhan pelanggan dan mendukung tujuan bisnis. Intinya adalah seperangkat alat yang bertujuan membantu para manager dan karyawan memahami dan memperbaiki proses-proses yang kritis sehingga dapat tercipta kepuasan pelanggan.

Konsep DMAIC merupakan sebuah *close loop* dimana output dari tiap fase akan menjadi input bagi fase selanjutnya bahkan output dari fase terakhir dalam suatu loop (*fase control*), akan menjadi input bagi rencana/proyek perbaikan selanjutnya, ini akan menjamin dilakukannya peningkatan yang berkelanjutan. Struktur Six Sigma terdiri dari (Gaspersz,2002):

1. Define

Define merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas dimana masalah mulai diidentifikasi. Betujuan 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:

- a. Kriteria pemilihan proyek Six Sigma.
- b. Peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang terlibat dalam proyek Six Sigma.
- c. Kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlibat dalam proyek Six Sigma.
- d. Proses-proses kunci dalam proyek Six Sigma beserta pelanggannya.
- e. Pernyataan tujuan proyek Six Sigma.

2. Measure

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

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

3. Analyze

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:

- a. Menentukan stabilitas dan kapabilitas/kemampuan dari proses
- b. Menetapkan target-target kinerja dari karakteristik kualitas kunci (CTQ) yang akan ditingkatkan dalam proyek Six Sigma.
- c. Mengidentifikasi sumber-sumber dan akar-akar penyebab kecacatan atau kegagalan.

d. Mengkonversikan banyak kegagalan kedalam biaya kegagalan kualitas.

4. Improve

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

5. Control

Adalah tahap terakhir yang dilakukan dalam peningkatan kualitas menggunakan DMAIC. Tahap kontrol 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.

2.3.2 *Tools* dalam Six Sigma

Ada beberapa tools dalam Six Sigma yang lebih komprehensif yang dapat digunakan untuk menganalisa masalah yang lebih kompleks. Berikut adalah beberapa tools yang digunakan.

1. CTQ (*Critical to Quality*) Tree

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

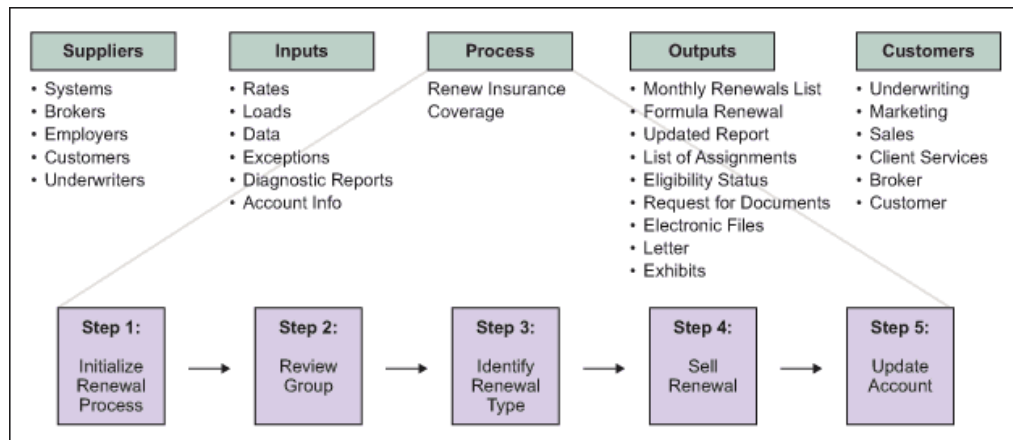


Gambar 2.2 Contoh CTQ Tree (Suwandi, 2014)

2. 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):

- a. *Suppliers* adalah orang atau kelompok 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*)
- b. *Inputs* adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok (*Suppliers*) kepada proses.
- c. *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.
- d. *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 kunci dari proses.
- e. *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*).



Gambar 2.3 Contoh Diagram SIPOC (Wedgwood, 2006)

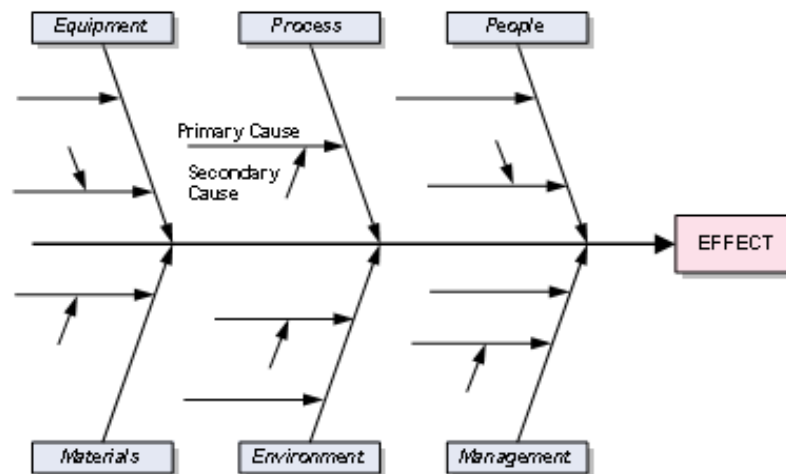
3. Diagram Pareto

Diagram pareto (Gaspersz, 2001) adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Masalah yang paling banyak terjadi oleh grafik batang pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri, dan seterusnya sampai masalah yang paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terakhir yang terendah serta ditempatkan pada sisi paling kanan. Pareto diagram membantu manajemen secara cepat mengidentifikasi area paling kritis yang membutuhkan perhatian khusus dan cepat.

4. *Fishbone* Diagram

Fishbone diagram sering juga disebut *Cause-and-effect Diagram* atau *Ishikawa Diagram* diperkenalkan oleh Dr. Kaoru Ishikawa, seorang ahli pengendalian kualitas dari Jepang, sebagai satu dari tujuh alat kualitas dasar (*7 basic quality tools*). *Fishbone* diagram digunakan ketika kita ingin mengidentifikasi kemungkinan penyebab masalah dan terutama ketika sebuah team cenderung jatuh berpikir pada rutinitas (Tague, 2005).

Fishbone diagram akan mengidentifikasi berbagai sebab potensial dari efek atau masalah, dan menganalisis masalah tersebut melalui sesi *brainstorming*. Masalah akan dipecah menjadi sejumlah kategori yang berkaitan, mencakup manusia, material, mesin, prosedur, kebijakan, dan sebagainya. Setiap kategori mempunyai sebab-sebab yang perlu diuraikan melalui *brainstorming*.



Gambar 2.4 Diagram Fishbone

5. Peta Pengendalian (*Control Chart*)

Pembuatan peta kontrol bertujuan untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special-causes variation*) dan variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common-causes variation*). Pada peta control variabel data diperluas harus dapat diukur dan karakteristik kualitas akan ditentukan oleh besar kecilnya penyimpangan terhadap ukuran yang distandarkan untuk hasil proses kerja yang berlangsung. Termasuk didalamnya peta kendali X.

Langkah-langkah dalam pembuatan peta kendali x adalah :

a) Pengumpulan data

Pengumpulan data biasanya dilakukan dengan melakukan sampling per periode. Data yang dikumpulkan >100 data, kemudian bagi menjadi 20 sampai 25 sub group dan masing-masing sub group terdiri dari 4 atau 5 data.

b) Menghitung rata-rata

Menghitung rata-rata dari setiap sub group tersebut.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Dimana : n = ukuran sampel (banyaknya data)

c) Menghitung rata-rata total

Hitung rata-rata total dengan cara membagi jumlah total rata-rata sub group tersebut dengan jumlah dari sub group.

$$\bar{X} = (X_1 + X_2 + \dots + X_k) / k$$

Dimana : k merupakan banyaknya sampel dari setiap sub group

d) Menghitung *range* (R)

Nilai range dihitung dengan cara mengurangkan antara nilai maksimal dengan nilai minimal pada data sub group tersebut.

$$R = X_{(\text{terbesar})} - X_{(\text{terkecil})}$$

e) Menghitung rata-rata range

f) Menghitung rata-rata range dengan membagi total dari R dengan membagi jumlah sub group k.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_k}{k}$$

g) Menentukan *control line*

- *Central Line*

Central line merupakan nilai rata-rata total

- *Upper Control Limit* (UCL)

Upper control limit dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$UCL = \bar{X} + (1,5 \times \text{standar deviasi maksimum})$$

- *Lower Control Limit* (LCL)

Lower Control Limit dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$LCL = \bar{X} - (1,5 \times \text{standar deviasi maksimum})$$

6. Analisis DPMO dan Tingkat Sigma

Tingkat sigma memiliki tujuan untuk mengetahui posisi sebuah perusahaan berada pada level ke berapa. Untuk menentukan tingkat sigma terlebih dahulu dilakukan perhitungan Defect per Million Opportunity (DPMO). Adapun persamaan dari DPMO (Vincent Gaspersz, 2002):

$$DPMO = \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Unit yang diperiksa} \times \text{Defect Opportunity}} \times 1.000.000$$

a. Analisis DPMO dan tingkat sigma untuk data atribut

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

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

b. Analisis DPMO dan tingkat sigma untuk data variabel

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

Kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL dengan rumus:

$$P(Z \geq \frac{USL-x}{s}) \times 1.000.000$$

Kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL dengan rumus:

$$P(Z \leq \frac{LSL-x}{s}) \times 1.000.000$$

Sehingga DPMO diperoleh dengan $P(z > USL) \times 1.000.000 + P(z < LSL) \times 1.000.000$ yang kemudian hasilnya dikonversikan kedalam nilai sigma dengan bantuan tabel.

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

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

Untuk nilai sigma = 2.5, maka gunakan formula berikut:

$$=1000000 - \text{normsdist}(-1.5 + 2.5) * 1000000$$

7. Stabilitas Proses

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

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

Nilai S untuk 2 batas spesifikasi:

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

8. Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah kemampuan proses untuk memproduksi atau menyerahkan output sesuai dengan ekspektasi atau kebutuhan yang diinginkan. Indeks kapabilitas proses (Cpm) digunakan untuk mengukur pada tingkat mana output proses pada nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan. Semakin tinggi nilai

Cpm menunjukkan bahwa output proses itu semakin mendekati nilai spesifikasi target kualitas (T) yang diinginkan oleh pelanggan. Yang berarti ini pula bahwa tingkat kegagalan dari proses semakin berkurang menuju target tingkat kegagalan nol (zero defect oriented) (Gaspersz, 2002):

$$Cpm = \frac{(USL - LSL)}{6 \sqrt{(x - T)^2 + S^2}}$$

Dimana: X = nilai rata-rata (mean)

T = nilai spesifikasi target

S = Standar deviasi

Indeks Performansi kane :

$$Cpk = \text{minimum} \left[\frac{USL - X}{3s}, \frac{X - LSL}{3s} \right]$$

Indeks kapabilitas proses:

$$Cpmk = \frac{Cpk}{1 + (x - T)/S^2}$$

Dalam program peningkatan kualitas six sigma, biasanya dipergunakan kriteria (*rule of thumb*) sebagai berikut :

- Jika $Cpm \geq 2$, maka proses dianggap mampu dan kompetitif (perusahaan berkelas dunia).
- Jika $1,00 < Cpm < 1,99$, maka proses dianggap cukup mampu namun perlu upaya peningkatan kualitas menuju target perusahaan berkelas dunia yang memiliki tingkat kegagalan sangat kecil menuju nol (*zero defect oriented*).
- Jika $Cpm < 1$, maka proses dianggap tidak mampu dan tidak kompetitif untuk bersaing dipasar global.

Untuk mengetahui apakah variasi proses telah mampu memenuhi batas toleransi standar deviasi maksimum pada tingkat kapabilitas sigma, maka perlu melakukan pengujian hipotesis berikut:

$$x^2_{hitung} = \frac{n-1 S^2}{S_{max}^2}$$

$$x^2_{tabel} = (\alpha; n-1)$$

Jika $x^2_{hitung} \geq x^2_{tabel}$, maka menolak H_0 ; sedangkan Jika $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$ maka H_0 diterima.

Selanjutnya jika kita masih ingin melakukan pengujian dari nilai C_{pmk} pada tiap variabel dengan langkah – langkah pengujian sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian hipotesis sebagai berikut:

$H_0 : C_{pmk} \leq 1$ (berarti proses sangat tidak mampu memenuhi batas spesifikasi yang diinginkan pelanggan)

$H_1 : C_{pmk} \geq 1$ (berarti proses dianggap mampu memenuhi batas spesifikasi yang diinginkan pelanggan)

2. Menentukan tingkat signifikansi $\alpha = 5 \%$ atau tingkat kepercayaan $1 - 0,05 = 95\%$ dengan melihat tabel distribusi $z_{0,05} = 1,645$
3. Nilai statistik penguji :

$$L_{C_{pmk}; 0,05} = C_{pmk} - z_{0,05} \sqrt{\frac{1}{9n} + \frac{(C_{pmk}^2)}{(2n-2)}}$$

Dimana : n= ukuran contoh pengamatan

2.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

2.4.1 Definisi FMEA

Analisis mode kegagalan dan pengaruh (*failure mode and effect analysis*/FMEA) adalah suatu usaha untuk menggambarkan semua kegagalan yang mungkin dan pengaruhnya pada sistem. Tujuannya adalah mengklasifikasikan kegagalan menurut pengaruhnya. FMEA menyediakan dasar yang baik untuk pengklasifikasian karakteristik (Pyzdek, 2001). Sedangkan menurut Pande et. al, (2000) FMEA adalah sekumpulan petunjuk, sebuah proses dan form untuk mengidentifikasi dan mendahulukan masalah masalah potensial (kegagalan).

Secara umum, FMEA dapat didefinisikan sebagai sebuah teknik yang mengidentifikasi tiga hal, yaitu:

- a. Penyebab kegagalan yang potensial dari sistem, desain produk, dan proses selama siklus hidupnya.

- b. Efek dari kegagalan tersebut.
- c. Tingkat kekritisan efek kegagalan terhadap fungsi sistem, desain produk, dan proses.

FMEA merupakan alat yang digunakan untuk menganalisa keandalan suatu sistem dan penyebab kegagalan untuk mencapai persyaratan keandalan dan keamanan sistem, desain dan proses dengan memberikan informasi dasar mengenai prediksi keandalan sistem, desain, dan proses. Terdapat lima tipe FMEA yang bisa diterapkan dalam sebuah industri manufaktur, yaitu:

1. *System*, berfokus pada fungsi sistem secara global.
2. *Design*, berfokus pada desain produk.
3. *Process*, berfokus pada proses produksi dan perakitan.
4. *Service*, berfokus pada fungsi data.
5. *Software*, berfokus pada fungsi software.

2.4.2 Tujuan dan Manfaat Penggunaan FMEA

1. Tujuan yang dapat dicapai oleh perusahaan dengan penerapan FMEA:
 - a. Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya.
 - b. Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan karakteristik signifikan.
 - c. Untuk mengurutkan pesanan desain potensial dan defisiensi proses.
 - d. Untuk membantu fokus engineer dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses, dan membentuk mencegah timbulnya permasalahan.
2. Manfaat FMEA bagi perusahaan adalah:
 - a. Membantu menganalisis proses manufaktur baru
 - b. Meningkatkan pemahaman bahwa kegagalan potensial pada proses manufaktur harus dipertimbangkan.
 - c. Mengidentifikasi defisiensi proses, sehingga para *engineer* dapat berfokus pada pengendalian untuk mengurangi munculnya produksi yang menghasilkan produk yang tidak sesuai dengan yang diinginkan atau pada metode untuk meningkatkan deteksi pada produk yang tidak sesuai tersebut.
 - d. Menetapkan prioritas untuk tindakan perbaikan pada proses.

- e. Menyediakan dokumen yang lengkap tentang perubahan proses untuk memandu pengembangan proses manufaktur atau perakitan di masa datang.
- f. Daftar mode kegagalan yang potensial pada proses.
- g. Daftar *critical characteristic* dan *significant characteristic*.
- h. Daftar tindakan yang direkomendasikan untuk menghilangkan penyebab munculnya mode kegagalan atau untuk mengurangi tingkat kejadiannya dan untuk meningkatkan deteksi terhadap produk cacat bila kapabilitas proses tidak dapat ditingkatkan (Stamatis, 1995)

2.4.3 Istilah – istilah dalam FMEA

Beberapa istilah yang terdapat dalam penggunaan FMEA adalah:

1. *Component*
Komponen dari sistem/alat yang kita analisis.
2. *Failure Mode*
Modus kegagalan yang sering terjadi
3. *Failure Effect*
Akibat yang ditimbulkan jika komponen tersebut gagal seperti disebutkan dalam failure mode.
4. *Severity*
Merupakan suatu estimasi atau perkiraan subyektif tentang bagaimana buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan itu. Dapat menggunakan skala 1 sampai 10 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Rating Severity

Rating	Keterangan
1	<i>Neglible severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan)
2,3	<i>Mild Severity</i> (pengaruh buruk yang ringan/sedikit)
4,5,6	<i>Moderate Severity</i> (pengaruh buruk yang moderat)
7,8	<i>High Severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi)

Rating	Keterangan
9,10	<i>Potensial Safety Problem</i> (masalah keselamatan/keamanan potensial).

Sumber: Gaspersz, 2002

5. *Causes*

Apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan pada komponen.

6. *Occurrence*

Suatu perkiraan subyektif tentang probabilitas atau peluang bahwa penyebab itu akan terjadi, akan menghasilkan mode kegagalan yang memberikan akibat tertentu. Dapat menggunakan skala 1 sampai 10 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Skala Occurence

Rating	Keterangan
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang menyebabkan mode kegagalan
2,3	Kemungkinan kecil terjadi kegagalan
4,5,6	Kemungkinan terjadinya kegagalan
7,8	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi
9,10	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi

Sumber: Gaspersz, 2002

7. *Detection*

Suatu perkiraan subyektif tentang bagaimana efektivitas dari metode pencegahan atau deteksi menghilangkan mode kegagalan. Dapat menggunakan skala 1 sampai 10 sebagai berikut:

Table 2.4 Skala Detection

Skala	Keterangan
1	Metode pencegahan atau deteksi sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin masih muncul atau terjadi
2,3	Kemungkinan bahwa penyebab itu adalah rendah
4,5,6	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan atau deteksi masih memungkinkan

Skala	Keterangan
	kadang-kadang penyebab itu terjadi
7,8	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi masih tinggi. Metode pencegahan atau deteksi kurang efektif, karena penyebab masih berulang kembali
9,10	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan deteksi tidak efektif. Penyebab akan selalu terjadi kembali

Sumber: Gaspersz, 2002

8. *Risk Priority Number (RPN)*

Adalah hasil perkalian bobot dari *severity*, *occurance* dan *detection*, hasilnya dapat kita gunakan untuk menentukan komponen dan *failure mode* yang paling menjadi prioritas kita. Untuk analisis FMEA yang lengkap, juga perlu mencantumkan *action* serta rencana yang dilakukan untuk menghindari atau menghilangkan kegagalan, serta perubahan nilai *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, dan *Detection (D)* jika memang terjadi perubahan setelah kita merancang suatu rencana.

2.5 Metode 5W -1H

Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan six sigma, dalam hal ini tim peningkatan kualitas six sigma harus memutuskan apa yang harus dicapai berkaitan dengan target yang ditetapkan, alasan kegunaan mengapa tindakan itu harus dilakukan, dimana rencana tindakan itu akan diterapkan, siapa yang akan bertanggung jawab dari tindakan itu dan bagaimana cara melakukan tindakan tersebut. Metode 5W-1H merupakan suatu alat dalam menganalisa suatu masalah tersebut untuk meningkatkan cara bekerja. Berikut ini merupakan contoh petunjuk penggunaan metode 5W-1H untuk pengembangan rencana tindakan yang dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 2.5 Penggunaan Metode 5W-1H Untuk Pengembangan Rencana Tindakan (Gaspersz, 2002)

Jenis	5W-1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan utama	<i>What</i> (Apa)	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan dan peningkatan kualitas	Merumuskan target sesuai kebutuhan pelanggan
Alasan	<i>Why</i> (Mengapa)	Mengapa rencana tindakan diperlukan? Penjelasan mengenai tindakan yang dilakukan	
Lokasi	<i>Where</i> (Dimana)	Dimana rencana tindakan dilaksanakan? Apakah aktivitas harus dikerjakan disana	Megubah urutan aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilaksanakan bersama
Urutan	<i>When</i> (Kapan)	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? Kapan aktivitas tersebut akan dikerjakan ?	
Orang	<i>Who</i> (Siapa)	Siapa yang akan mengerjakan aktivitas? Apakah ada orang lain yang dapat mengerjakan aktivitas rencana tindakan? Mengapa harus orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	
Metode	<i>How</i> (Bagaimana)	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu?	Menyederhanakan aktivitas rencana tindakan yang ada

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek penelitian

Objek penelitian ini mengambil pada proses produksi di PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri Divisi *Plastic Injection* yang terletak di Desa Dhuri, Tirtomartani, Kalasan, Sleman Yogyakarta. Pada penelitian ini, konsep yang dipilih adalah proses produksi plastik injeksi pada *Cover Roof Rack* mengenai kualitas cacat diukur dengan metode *Six sigma* kemudian dilakukan identifikasi akar penyebab masalah yang menjadi sumber kecacatan.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri Divisi *Plastic Injection* yang terletak di Desa Dhuri, Tirtomartani, Kalasan, Sleman Yogyakarta.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan cara:

a. Primer

Data primer merupakan sumber data yang diperoleh langsung dari sumber asli. Data primer dapat berupa opini subjek (orang) secara individual atau kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda (fisik), kejadian atau kegiatan, dan hasil pengujian. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data primer yaitu metode observasi dan teknik yang digunakan adalah wawancara.

b. Sekunder

Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui metode perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder umumnya didapat melalui jurnal dan kajian literature dari buku-buku.

3.4 Kajian Literatur

Studi pustaka dilakukan untuk mencari teori-teori yang berhubungan dengan kualitas produk, six sigma, serta beberapa bahan lain yang berhubungan dengan pemecahan masalah dan peningkatan kualitas yang dihadapi oleh perusahaan baik melalui *textbook*, artikel, referensi melalui internet dan lainnya, sehingga dapat mempermudah dalam pengumpulan serta pengolahan data.

3.5 Pengolahan Data

Analisis dalam penelitian ini dapat dilakukan secara kualitatif, yaitu mengamati objek secara langsung dan dapat mengetahui apakah produk yang dihasilkan telah memenuhi standar yang telah ditetapkan perusahaan.

Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Tabel SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*)

Digunakan untuk mendefinisikan proses kunci beserta pelanggannya. Dari tabel ini dapat diketahui data-data supplier, bahan baku, proses produksi, hasil produksi dan konsumen yang mengkonsumsi

2. Diagram Pareto

Dengan menggunakan diagram pareto dapat mengidentifikasi masalah terbesar yang terjadi dalam sebuah proses dan kemudian ditetapkan beberapa karakteristik yang akan diteliti berdasarkan penyebab yang dominan dan mudah untuk diperbaiki.

3. Peta kendali

Uji stabilitas dengan peta kendali dapat diketahui apakah data dalam keadaan terkendali atau tidak. Karena peta kendali tersebut mewakili sistem sebenarnya dalam kondisi yang riil.

4. Tingkat Sigma

Pengukuran tingkat sigma dilakukan untuk mengetahui level kualitas dari perusahaan

5. Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses dapat menggambarkan keadaan proses per stasiun kerja atau keadaan proses suatu manufaktur tergantung ada kondisi apa kapabilitas tersebut diukur.

6. Diagram Sebab-Akibat

Dengan menggunakan diagram sebab akibat dapat dianalisis faktor apa saja yang menjadi penyebab ketidaksesuaian. Sehingga dapat segera dilakukan tindakan untuk mengatasinya.

7. Metode *Six Sigma*

Dengan menggunakan metode ini dapat dilakukan usaha perbaikan dalam mengatasi jumlah cacat yang ada, sehingga perusahaan dapat mencapai sasaran *zero defect*.

8. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

FMEA menggambarkan pengaruh yang paling signifikan dan suatu kegagalan. Tahapan FMEA adalah:

- a. Mengidentifikasi *failure mode* (modus kegagalan), pada langkah ini akan dicari penyebab kegagalan fungsi dalam menghasilkan CTQ yang sesuai spesifikasi perusahaan. Failure mode didapatkan dari penyebab-penyebab kegagalan yang digambarkan pada *cause effect diagram*.
- b. Mengidentifikasi *failure effect* yaitu akibat yang ditimbulkan oleh kegagalan (*failure mode*) dalam memberikan kontribusi terhadap kegagalan CTQ kunci.
- c. Menganalisis buruknya pengguna akhir akan merasakan akibat dari kegagalan itu (*severity*). Rating yang digunakan adalah 1-10.
- d. Mengidentifikasi sebab-sebab (*causes*) dari modus kegagalan (*failure mode*) yang menyebabkan CTQ kunci tidak sesuai dengan standar perusahaan.

- e. Menganalisis frekuensi terjadinya kegagalan (*occurrence*), diwakili dengan skala angka yaitu 1-10.

Nilai *occurrence* diperoleh dengan wawancara kepada kepala produksi.

- f. Mengidentifikasi pengendalian (*control*) yang dapat dilakukan berdasarkan penyebab kegagalan (*failure mode*). Pada tahap ini, diidentifikasi metode pengendalian terhadap kegagalan yang menyebabkan CTQ kunci tas tidak sesuai standar.

- g. Menganalisis kesulitan *control* dilakukan (*detection*). Adapun skala *detection* yang digunakan adalah skala 1-10.

Nilai *detection* diperoleh dengan wawancara kepada kepala produksi.

- h. *Risk Priority Number* (RPN)

Yaitu hasil perkalian dari *Severity x Occurrence x Detection*. Prioritas perbaikan dilakukan pada komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi. Pembuatan FMEA ini ditujukan agar *improve* yang dilakukan fokus pada titik yang paling potensial menyebabkan kecacatan dan buruknya kualitas. Nilai-nilai *severity*, *occurrence* dan *detection* diperoleh berdasarkan hasil wawancara dengan kepala produksi yang dianggap memahami karakteristik produk lebih mendalam. Hasil wawancara tersebut dirangkum dan menjadi dasar dalam analisis FMEA.

9. 5W - 1H

Dapat digunakan sebagai pengembangan rencana tindakan perbaikan atau peningkatan kualitas.

Adapun formulasi yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1) Analisis Model Data Atribut

Tabel 3.1 Cara Memperkirakan Kapabilitas Proses Untuk Data Atribut

No	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang anda ingin tahu?	-	Kualitas <i>Cover Roof Rack</i>
2	Berapa banyak produk yang dikerjakan melalui proses?	-	
3	Berapa banyak produk yang gagal/cacat?		
4	Hitung tingkat cacat berdasarkan langkah 3	$=(\text{langkah 3}) / (\text{langkah 2})$	
5	Tentukan banyaknya CTQ potensial yang dapat mengakibatkan cacat	Banyaknya karakteristik CTQ	
6	Hitung peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ	$= (\text{langkah 4}) / (\text{langkah 5})$	
7	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	$=(\text{langkah 6}) \times 1000000$	
8	Konversi (DPMO) langkah 7 ke dalam nilai sigma	-	
9	Buat kesimpulan	-	

2) Analisis Model Data Variabel

Tabel 3.2 Cara Memperkirakan Kapabilitas Proses Untuk Data Variabel

No	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
1	Proses apa yang anda ingin tahu?	-	Kualitas <i>Cover Roof Rack</i>
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas (<i>upper specification limit</i>)	USL	
3	Tentukan nilai batas spesifikasi bawah (<i>lower specification limit</i>)	LSL	
4	Tentukan nilai spesifikasi target	T	
5	Berapa nilai rata-rata (<i>mean</i>) proses	\bar{x}	
6	Berapa nilai standar deviasi dari proses	S	
7	Hitung kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P (Z \geq \frac{USL - \bar{x}}{s}) \times 1.000.000$	
8	Hitung kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)	$P (Z \geq \frac{LSL - \bar{x}}{s}) \times 1.000.000$	
9	Hitung kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO) yang dihasilkan pada proses diatas	=(langkah 7) + (langkah 8)	

No	Tindakan	Persamaan	Hasil Perhitungan
10	Konversi DPMO (langkah 9) kedalam nilai sigma	-	
11	Hitung kemampuan proses diatas dalam ukuran nilai sigma	-	
12	Hitung kapabilitas pros diatas dalam indeks kapabilitas proses	$C_{pm} = \frac{(USL - LSL)}{6 \sqrt{(x - T)^2 + S^2}}$	

9. 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

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

2) Untuk 1 batas spesifikasi

$$S_{max} = \frac{1}{2 \times \text{Nilai Kapabilitas Sigma}} \times [USL - x]$$

10. Menghitung Kapabilitas Proses:

a. Untuk 2 batas spesifikasi :

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

b. Indeks Performansi kane :

$$C_{pk} = \text{minimum} \frac{USL - X}{3s}, \frac{X - LSL}{3s}$$

c. Indeks kapabilitas proses:

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

3.6 Kerangka Pemikiran

Tabel 3.3 Kerangka Kerja Six Sigma

Tujuan	Indikator	Formula	
<i>Define</i>	Diagram SIPOC	Membuat diagram SIPOC	
Measure	CTQ	Menentukan karakteristik kualitas	
	Tingkat sigma	Proses apa yang diinginkan	Pembuatan <i>Cover Roof Rack</i> di PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri
		Berapa banyak unit produk yang diperiksa	Jumlah produk yang diinspeksi bulan juli-september 2014
		Berapa banyak unit produk yang cacat	Jumlah produk cacat bulan juli-september 2014
		Menghitung tingkat cacat berdasarkan langkah 3	Jumlah produk cacat/ jumlah produk yang diinspeksi
		Menentukan banyak CTQ potensial yang mengakibatkan cacat	Banyak karakteristik atau penyebab terjadinya cacat
		Menghitung peluang tingkat cacat per karakteristik CTQ	Tingkat cacat/banyak CTQ yang menyebabkan cacat
		Menghitung	(Jumlah produk

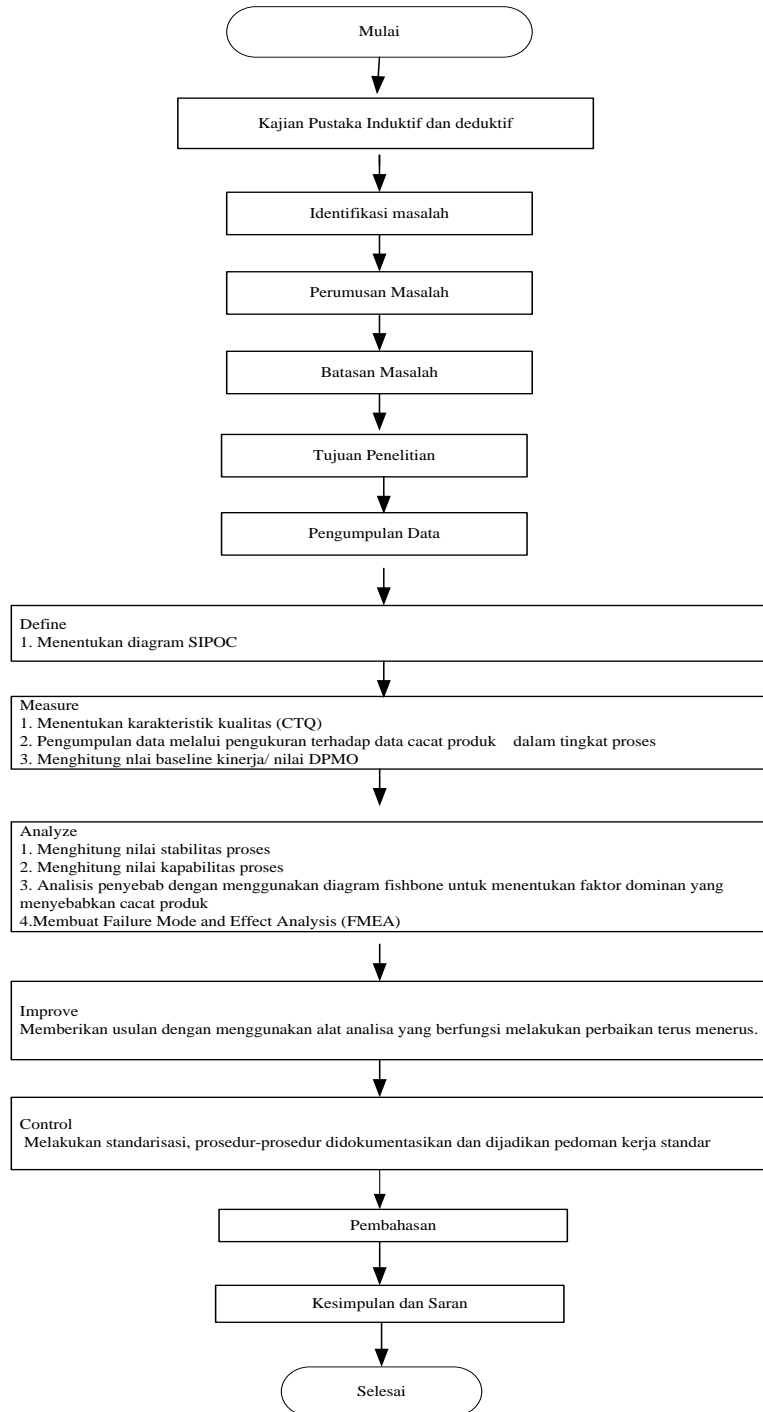
Tujuan	Indikator	Formula	
		kemungkinan cacat per satu juta kesempatan (DPMO)	$\frac{\text{cacat}/(\text{produk yang diperiksa} \times \text{CTQ})}{1000000}$
		Konversi DPMO (langkah 7) kedalam nilai sigma	Tabel six sigma
<i>Analyze</i>	Analisa terjadinya produk cacat	Diagram <i>fishbone</i>	
		<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	
<i>Improve</i>	Usulan perbaikan	Memberikan usulan perbaikan untuk mengontrol usaha tersebut	
	Mengidentifikasi cacat produk	Tindakan 5W-1H	
<i>Control</i>	Melakukan standarisasi terhadap proses yang mengalami cacat produk		

Sumber : (Gaspersz, 2002)

3.7 Kesimpulan dan Saran

Merupakan tahapan terakhir dari penelitian yang berisi kesimpulan penelitian yang dikemukakan dari hasil analisa penelitian dan pemecahan persoalan serta saran-saran perbaikan yang dikemukakan dari hasil analisa penelitian yang dilengkapi juga dengan saran-saran perbaikan untuk penelitian serupa yang mungkin akan dilakukan pada masa mendatang.

3.8 Diagram Alir Kerangka Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT. Yogya Presisi Teknikatama Industri atau PT. YPTI adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang jasa pembuatan mold (cetakan) suatu produk, dan *precision part* serta produk *plastic injection*. Pembuatan mold dan *precision part* masuk ke dalam divisi mold, sedangkan *injection molding* berdiri sendiri di divisi *injection molding*. Perusahaan berlokasi di desa Dhuri, Tirtomartani, Kalasan, Sleman Yogyakarta. Pemilik perusahaan Petrus Tedja Hapsoro, mendirikan PT YPTI pada tanggal 9 September 1999.

Awal berdiri PT. YPTI hanya memproduksi part-part pesanan untuk mobil. Pada tahun 2001 perusahaan mengembangkan bisnis manufaktur dengan membeli mesin CNC untuk membuat cetakan atau *mould*. PT YPTI terus melakukan ekspansi perusahaan, ini dibuktikan dengan pendirian lokasi produksi *plastic injection* pada tahun 2006. Dengan bertambahnya persaingan, maka perusahaan dituntut untuk selalu berinovasi dan melakukan perbaikan untuk meningkatkan keuntungan dan keunggulan perusahaan, sehingga pada tahun 2009, perusahaan mendapatkan ISO 9001:2008 yaitu suatu standar internasional untuk sistem manajemen mutu atau kualitas.

Penelitian ini hanya berfokus pada divisi *Plastic Injection*. Tempat produksinya berada di sebelah gedung produksi *mould* mesin. Rata-rata *customer* dari divisi *plastic injection* memesan produk part plastik untuk mobil Toyota dan Daihatsu melalui suplier utamanya yaitu PT Dasa Windu Agung, seperti *cover roof rack*, *pocket*, *holder magnet*, *botton door locking*, *cover bearing dust*, *holder visor*, dan lain-lain. Perusahaan tidak hanya memproduksi produk untuk kebutuhan *automotive*, namun juga menerima order dari

perusahaan yang bergerak dibidang pencetakan dan penerbitan, industri rokok, *customer goods*, dan peternakan.

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Berdasarkan SK Direktur tentang Visi, Misi dan Kebijakan Mutu adalah sebagai berikut:

1. Visi Perusahaan

Berkembang bersama seluruh komponen perusahaan, relasi, pemerintah dan masyarakat menjadi industri permesinan dan pabrikasi modern yang mampu memenuhi kebutuhan *industry* dalam dan luar negeri.

2. Misi Perusahaan

a. Kepada pelanggan

- Menghasilkan produk sesuai kebutuhan pelanggan dengan kualitas dan pelayanan yang baik.
- Menjalinkan kerjasama dan hubungan baik untuk memberikan nilai tambah secara berkesinambungan.

b. Kepada Pemerintahan dan Masyarakat

- Menjunjung tinggi komitmen perusahaan untuk menjadi perusahaan yang bekerja secara professional dan beretika serta memberikan manfaat bagi masyarakat.

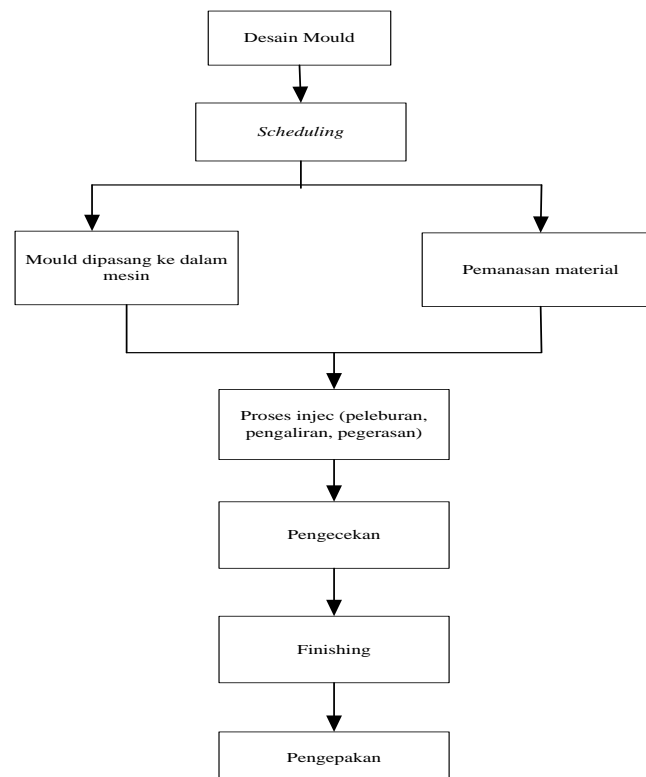
c. Kepada Karyawan

- Mendidik dan meberdayakan seluruh karyawan untuk dapat mengembangkan segenap kemampuan dan ketrampilan, agar dapat menjadi tim yang professional dan beretika sehingga dapat memberikan kontribusi dalam mengembangkan perusahaan dan kesejahteraan karyawan.

4.1.3 Sistem Produksi

Sistem merupakan suatu rangkaian unsur-unsur yang saling terkait dan tergantung, serta saling mempengaruhi satu dengan yang lainnya, yang keseluruhan itu merupakan satu kesatuan bagi pelaksanaan kegiatan untuk pencapaian suatu tujuan tertentu. Sedangkan produksi yaitu suatu penciptaan atau penambahan fungsi bentuk, waktu dan tempat atas faktor-faktor produksi sehingga lebih bermanfaat bagi pemenuhan kebutuhan manusia. Jadi secara keseluruhan sistem produksi adalah suatu keterkaitan unsur-unsur yang berbeda-beda secara terpadu, menyatu dan menyeluruh dalam pelaksanaan proses produksi untuk menghasilkan barang atau jasa.

Pada proses Produksi di PT Yogya Presisi Tehnikatama Industri memiliki beberapa tahap dalam melakukan proses produksi, berikut gambar alur proses produksi dalam PT Yogya Presisi tehnikatama Industri :



Gambar 4.1 Tahapan Proses Produksi

4.1.4 Manajemen Sumber Daya Manusia

Untuk proses produksi PT. YPTI beroperasi selama 24 jam dan 7 hari kerja dengan ketentuan :

- *Shift* I dimulai pukul 07.00 – 15.00 WIB
- *Shift* II dimulai pukul 15.00 – 23.00 WIB
- *Shift* III dimulai pukul 23.00 – 07.00 WIB.

Dalam pelaksanaannya dibagi menjadi 4 grup, dalam sehari grup yang bekerja sebanyak 3 grup sehingga grup yang tidak mendapat shift libur, dan sistem ini dijalankan secara bergiliran.

Untuk karyawan non shift bekerja selama 5 hari kerja dengan ketentuan :

Senin-Kamis : 07.30 – 16.00 WIB (istirahat kerja selama setengah jam)

Jum'at : 07.30 – 16.30 WIB (istirahat kerja selama 1 jam)

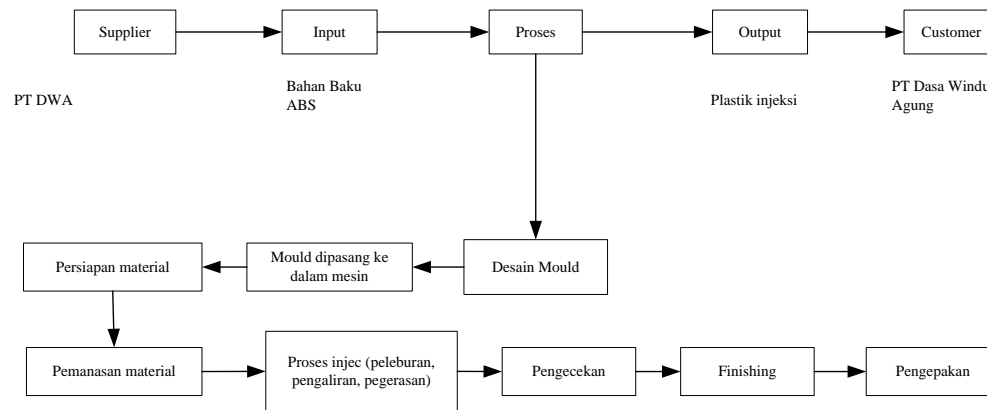
4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Tahap *Define*

Pada tahap ini akan didefinisikan secara formal nsasaran peningkatan proses yang konsisten dengan permintaan atau kebutuhan pelanggan.

4.2.1.1 Menentukan Diagram SIPOC

Pembuatan diagram *Supplier Input Process Output Customer* (SIPOC) dilakukan untuk menunjukkan segala aktivitas yang berhubungan dengan proses operasional plastik injeksi, untuk memudahkan menentukan kebutuhan pada tiap tahapan peningkatan proses.



Gambar 4.2 Diagram SIPOC

Keterangan :

1. Supplier

Supplier adalah orang atau kelompok yang memberikan informasi material atau sumber daya lain kepada proses. Pada perusahaan ini terdapat supplier yaitu pihak luar yang menyuplai material dasar untuk pembuatan produk.

2. Input

Input adalah segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok. Pada PT YPTI yang merupakan input utama dari supplier adalah *Acrylonitrile Butadine Styrene* (ABS) dimana ABS tersebut adalah jenis material yang digunakan untuk membuat produk *cover roof rack*.

3. Proses

Proses produksi untuk menghasilkan suatu produk *cover roof rack* dimulai dengan mendesain *mould* dimana *mould* di desain sesuai dengan pesanan dan keinginan *customer* setelah itu *mould* dipasang ke dalam mesin setelah *mould* terpasang kemudian melakukan persiapan dan pemeriksaan jenis material yang akan digunakan, lalu masuk pada proses pengeringan/pemanasan material. Jika material sudah siap kemudian dilakukan pengisian material kedalam cetakan atau disebut dengan proses *injec* dimana pada proses *injec* ada 3 tahap kondisi dasar *injection moulding* yaitu peleburan, pengaliran dan pengerasan. Setelah produk keluar dari cetakan mesin produk tersebut harus dilakukan pengecekan agar bisa mengetahui produk tersebut

layak dijual atau produk *reject*. Setelah produk di cek kualitasnya lalu produk tersebut di *fine finishing*. Setelah produk jadi maka akan dilakukan pengepakan.

4. Output

Output merupakan hasil produk dari suatu proses. Dimana *output* dari diagram SIPOC diatas berupa *cover roof rack*.

5. Customer

Customer adalah orang atau kelompok orang yang menerima *output*.

4.2.2 Tahap Measure

4.2.2.1 Karakteristik Kualitas (*Critical to Quality*)

Pelanggan dari PT YPTI tentu saja mengharapkan produk dengan kualitas secara fisik dan visual, yaitu yang memiliki berat produk yang pas, desain dan ukuran sesuai dengan yang diinginkan, tidak ada cacat yang terlihat, warna sesuai yang diinginkan, permukaan halus dan lain lain. Disini kualitas menjadi penting karena berpengaruh pada kepuasan pelanggan.

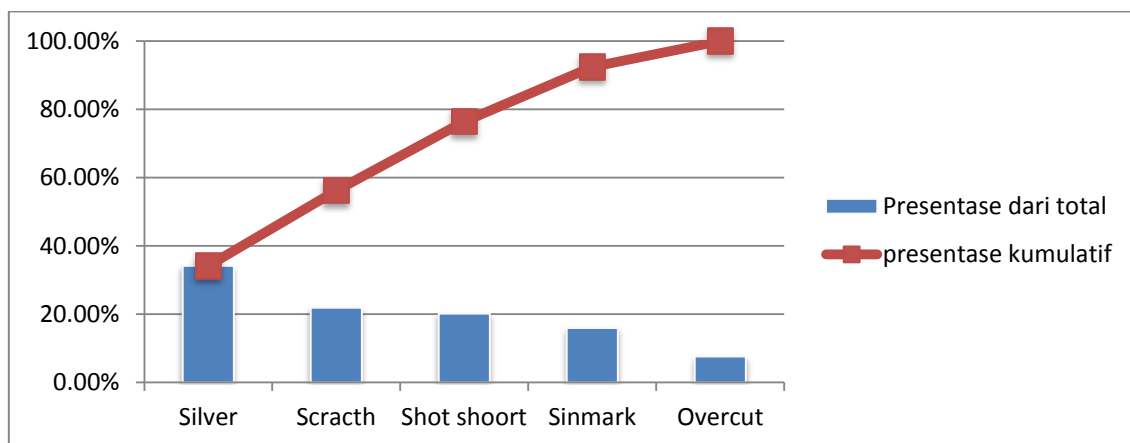
Identifikasi dilakukan terhadap kriteria karakteristik kualitas yang memiliki potensi untuk menimbulkan kecacatan. Karakteristik kualitas yang dimaksud pada penelitian ini adalah karakteristik jenis cacat produk yang mempengaruhi suatu output. Adapun karakteristik jenis cacat produk yang sering terjadi adalah *Silver*, *Scracth*, *Shot shoort*, *Overcut*, *Sinmark*, *Overflasing*, *Overpack*, *Whiteline*, *Whitemark*, *Flowmark*.

Tabel 4.1 Produk PT YPTI

No	Jenis Produk	Produksi	Jumlah cacat
1	<i>Cover Roof Rack</i>	18360	2795
2	<i>Ornament Wellhub</i>	16825	1537
3	<i>Button Door Locking</i>	18259	2273
4	Kartu 40x40	15573	1280
	Jumlah	69017	7885

Tabel 4.2 Produk *Cover Roof Rack* Berdasarkan Karakteristik Jenis Cacat

No	Urutan Jenis kecacatan	Frekuensi	Frekuensi kumulatif	Presentase dari total	Presentase kumulatif
1	<i>Silver</i>	955	955	34,17%	34,17%
2	<i>Scrath</i>	614	1569	21,97%	56,14%
3	<i>Short short</i>	566	2135	20,25%	76,39%
4	<i>Sinmark</i>	447	2582	15,99%	92,38%
5	<i>Overcut</i>	213	2795	7,62%	100,00%
Jumlah		2795		100,00%	



Gambar 4.3 Diagram Pareto Cacat Pada *Cover Roof Rack*

Jenis cacat diatas merupakan cacat yang terdapat pada *cover roof rack*. Ada lima jenis cacat yang paling banyak yaitu *Silver*, *Scrath*, *Short short*, *Sinmark*, *Overcut*. Adapun CTQ potensial pada produk *cover roof rack* disebabkan oleh beberapa kejadian antara lain:

- Silver* merupakan cacat pada permukaan hasil injeksi terdapat semburan warna perak, terjadi karena pemanasan material kurang dari waktu yang ditentukan ataupun suhu yang ditentukan dan disebabkan karena *heater nozzle* mati.
- Scrath* merupakan cacat pada permukaan hasil injeksi terdapat garis seperti bekas goresan.
- Short Short* terjadi karena hasil cetakan tidak terisi penuh atau ada sebagian yang tidak tercetak.
- Sinmark* merupakan cacat pada permukaan hasil injeksi terlihat tidak rata/dekok, disebabkan karena lubang diameter *nozzle* terlalu kecil.
- Over cut* terjadi karena kesalahan memotong yang tidak sesuai.

4.2.2.2 Pengukuran Pada Tingkat Proses dan Output

4.2.2.2.1 Data Variabel

Kejadian cacat tidak terlepas dari variabel – variabel yang secara langsung maupun tidak memberi dampak cacat. Data variabel yang akan dianalisis adalah pengukuran berat pada *cover roof rack*. Spesifikasi yang diinginkan untuk variabel ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4.3 Spesifikasi Produk Cover Roof Rack PT. YPTI

No	Variabel	USL	LSL	Target	Toleransi
1	Berat <i>Cover Roof rack</i>	202,5 gram	200,5 gram	201,5 gram	1 gram

a. Pengukuran variabel berat *cover roof rack*

Tabel 4.4 Pengolahan Data Untuk Berat Cover Roof Rack

No	Pengukuran Berat <i>Cover Roof Rack</i>					Jumlah	(X-bar)	(R)	(S=R/d2)
	n=5								
	X1	X2	X3	X4	X5				
1	201,2	200,9	201,7	202,4	201,4	1007,6	201,52	1,5	0,644884
2	201,4	201,5	202,5	201,9	202,2	1009,5	201,90	1,1	0,472915
3	201,3	202,2	201,3	201,9	201	1007,7	201,54	1,2	0,515907
4	201,5	201,8	200,5	201	201,5	1006,3	201,26	1,3	0,558899
5	202,2	201,9	201,4	201,3	201,5	1008,3	201,66	0,9	0,386930
6	201,4	201,9	202,5	201,4	202	1009,2	201,84	1,1	0,472915
7	200,7	201,9	202	201,2	201,5	1007,3	201,46	1,3	0,558899
8	201,5	201	200,8	201,3	201,9	1006,5	201,30	1,1	0,472915
9	202,4	201,6	201,5	201,4	201,2	1008,1	201,62	1,2	0,515907
10	202,1	202,1	202,1	201,9	201,4	1009,6	201,92	0,7	0,300946
11	201	201,2	201,4	202,2	202,4	1008,2	201,64	1,4	0,601892
12	201,2	201,4	200,9	201,5	202,2	1007,2	201,44	1,3	0,558899
13	202,4	202	201,7	201,5	201,6	1009,2	201,84	0,9	0,386930
14	201,5	202,2	201,4	201,2	201,8	1008,1	201,62	1,0	0,429923
15	200,7	201	201,9	201,7	201,3	1006,6	201,32	1,2	0,515907
16	201,5	201,9	201,6	201	201,5	1007,5	201,50	0,9	0,386930
17	201,8	202	202,2	201,9	201	1008,9	201,78	1,2	0,515907
18	200,7	201,5	201,9	201	200,9	1006,0	201,20	1,2	0,515907

No	Pengukuran Berat <i>Cover Roof Rack</i>					Jumlah	(X-bar)	(R)	(S=R/d2)
	n=5								
	X1	X2	X3	X4	X5				
19	202,5	202,1	201,4	201,5	201,7	1009,2	201,84	1,1	0,472915
20	201,2	201,7	201	201,4	202	1007,3	201,46	1,0	0,429923
21	200,5	201,9	201,5	201,2	201,4	1006,5	201,30	1,4	0,601892
22	201,9	202,2	201,2	201,4	201,5	1008,2	201,64	1,0	0,429923
23	201,6	200,5	201,4	201,1	201	1005,6	201,12	1,1	0,472915
24	202,2	202	201,5	201,8	201,2	1008,7	201,74	1,0	0,429923
25	201,5	200,9	201,3	201	202,4	1007,1	201,42	1,5	0,644884
26	202,2	201,9	201,5	201,2	201,4	1008,2	201,64	1,0	0,429923
27	201,4	200,5	201,6	201,4	201,5	1006,4	201,28	1,1	0,472915
						Jumlah	5441,8	30,7	
						proses	201,548	1,137	0,488838

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan :

$$\text{Rata-rata (mean) proses} = X = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{5441,8}{27} = 201,548$$

$$\text{Range Proses} = R = \frac{R}{n} = \frac{30,7}{27} = 1,137$$

$$\text{Standar Deviasi Proses} S = \frac{R}{d_2} = \frac{1,137}{2,326} = 0,488838$$

Nilai d_2 untuk ukuran $n = 5$ adalah 2,326 (lampiran)

b. Menentukan DPMO dan nilai sigma

Tabel 4.5 Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma Untuk Variabel Berat *Cover Roof Rack*

No	X-bar	R	S	DPMO	Sigma
1	201,52	1,5	0,644884	64299	3,02
2	201,90	1,1	0,472915	102269	2,77
3	201,54	1,2	0,515907	31386	3,36
4	201,26	1,3	0,558899	13255	3,27
5	201,66	0,9	0,386930	14968	3,67
6	201,84	1,1	0,472915	81417	2,90
7	201,46	1,3	0,558899	31386	3,36
8	201,30	1,1	0,472915	5583	4,04
9	201,62	1,2	0,515907	44029	3,21
10	201,92	0,7	0,300946	26974	3,43
11	201,64	1,4	0,601892	76527	2,93

No	X-bar	R	S	DPMO	Sigma
12	201,44	1,3	0,558899	28941	3,40
13	201,84	0,9	0,386930	44029	3,21
14	201,62	1,0	0,429923	20335	3,55
15	201,32	1,2	0,515907	11091	3,79
16	201,50	0,9	0,386930	4877	4,08
17	201,78	1,2	0,515907	81417	2,90
18	201,20	1,2	0,515907	5871	4,02
19	201,84	1,1	0,472915	81417	2,90
20	201,46	1,0	0,429923	7781	3,92
21	201,30	1,4	0,601892	23091	3,49
22	201,64	1,0	0,429923	22731	3,50
23	201,12	1,1	0,472915	1761	4,42
24	201,74	1,0	0,429923	38551	3,27
25	201,42	1,5	0,644884	46995	3,17
26	201,64	1,0	0,429923	22731	3,50
27	201,28	1,1	0,472915	4944	4,08
Proses	201,548	1,137	0,488838	42367	3,22

Perhitungan untuk proses secara keseluruhan :

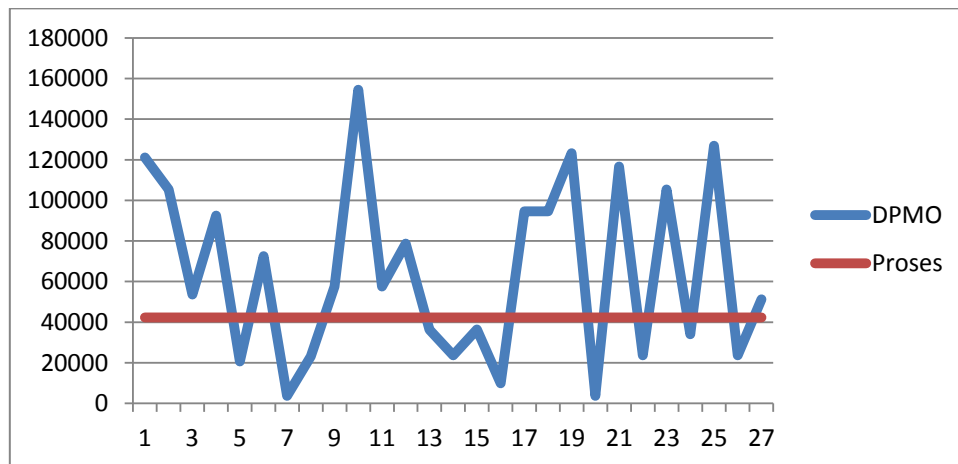
$$\begin{aligned}
 \text{USL/ DPMO} &= P Z \geq \frac{\text{USL}-\bar{X}}{S} \times 1.000.000 \\
 &= P Z \geq \frac{202,5-201,548}{0,488838} \times 1.000.000 \\
 &= P Z \geq 1,94 \times 1.000.000 \\
 &= \{ 1-P (z \leq 1,94) \} \times 1.000.000 \\
 &= (1 - 0,973810) \times 1.000.000 \\
 &= 26190
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{LSL/ DPMO} &= P Z \leq \frac{\text{LSL}-\bar{X}}{S} \times 1.000.000 \\
 &= P Z \leq \frac{200,5-201,548}{0,488838} \times 1.000.000 \\
 &= P Z \leq -2,14 \times 1.000.000 \\
 &= 0,016177 \times 1.000.000 \\
 &= 16177
 \end{aligned}$$

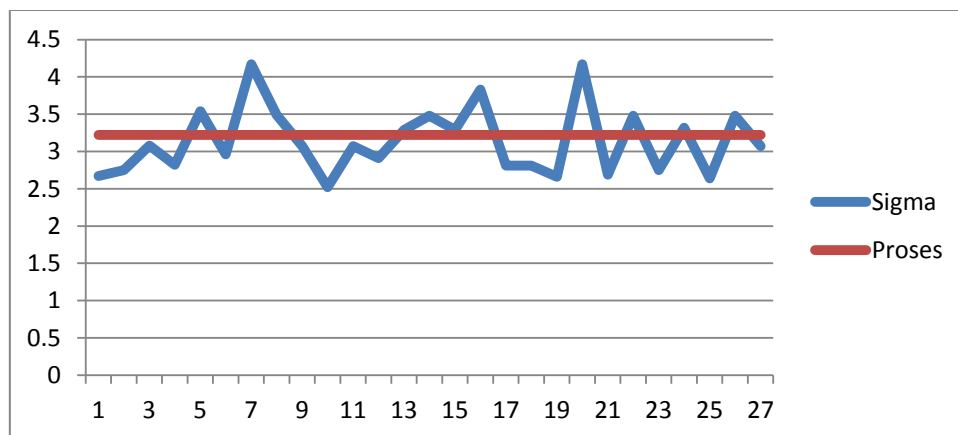
$$\begin{aligned}
 Cpm &= \frac{(USL-LSL)}{6 \sqrt{(x-T)^2+S^2}} \\
 &= \frac{(202,5-200,5)}{6 \sqrt{(201,548-201,5)^2+(0,488838)^2}} \\
 &= \frac{2}{6 \sqrt{0,002304+0,2389}} \\
 &= \frac{2}{6 (0,491)} \\
 &= 0,678
 \end{aligned}$$

Nilai peluang kegagalan untuk distribusi normal baku z, diperoleh dari tabel distribusi normal kumulatif.

Berbagai nilai DPMO dan Nilai Sigma dalam tabel 4.4 apabila dimasukkan ke dalam grafik, maka akan tampak seperti pada gambar berikut ini :



Gambar 4.4 Grafik DPMO Untuk Berat Cover Roof Rack



Gambar 4.5 Grafik Sigma Untuk Berat Cover Roof Rack

Dari gambar diatas, dapat diketahui bahwa pola DPMO dari kecacatan produk dan pencapaian tingkat *sigma* yang dihasilkan oleh data variabel berat *cover roof rack* masih bervariasi naik turun sepanjang periode produksi. Apabila suatu proses dikendalikan dan ditentukan terus-menerus, maka akan menunjukkan pola DPMO yang terus menurun sepanjang waktu dan pola kapabilitas *sigma* yang meningkat terus menerus. Sebagai *baseline* kinerja, dapat digunakan nilai DPMO = 42.367 dan kapabilitas *sigma* = 3,22

4.2.2.2.2 Data Atribut

Data atribut merupakan data kualitas produk selama proses produksi yang tidak dapat diukur namun dapat dihitung sehingga karakteristik produk dapat dibedakan baik dari produk yang baik maupun produk yang tidak memenuhi standarisasi perusahaan. Ada lima CTQ potensial pada produk *cover roof rack* yaitu :

- a. *Silver* merupakan cacat pada permukaan hasil injeksi terdapat semburan warna perak.
- b. *Scratch* merupakan cacat pada permukaan hasil injeksi terdapat garis seperti bekas goresan.
- c. *Short Short* merupakan cacat karena hasil cetakan tidak terisi penuh atau ada sebagian yang tidak tercetak.
- d. *Sinmark* merupakan cacat pada permukaan hasil injeksi terlihat tidak rata/dekok.
- e. *Over cut* terjadi karena kesalahan memotong yang tidak sesuai.

Tabel 4.6 Perhitungan DPMO dan Nilai Sigma Produk Cover Roof Rack

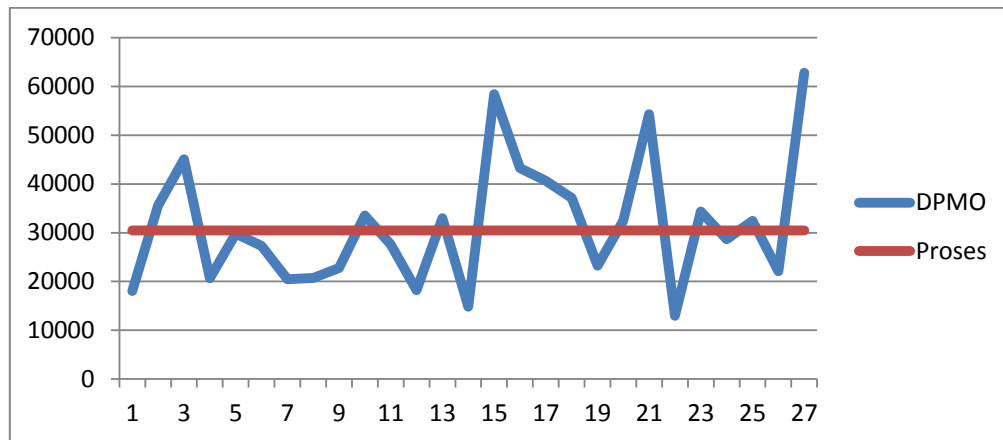
No	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	CTQ	Proporsi	DPM	DPMO	Nilai sigma
1	542	49	5	0,090406	0,018081	18081	3,57
2	809	144	5	0,177998	0,0356	35600	3,30
3	923	208	5	0,225352	0,04507	45070	3,19
4	890	92	5	0,103371	0,020674	20674	3,54
5	436	65	5	0,149083	0,029817	29817	3,39
6	520	71	5	0,136538	0,027308	27308	3,42
7	937	96	5	0,102455	0,020491	20491	3,54
8	800	83	5	0,103750	0,02075	20750	3,54
9	580	66	5	0,113793	0,022759	22759	3,50

No	Jumlah Produksi	Jumlah Cacat	CTQ	Proporsi	DPM	DPMO	Nilai sigma
10	674	113	5	0,167656	0,033531	33531	3,33
11	803	111	5	0,138232	0,027646	27646	3,42
12	833	76	5	0,091236	0,018247	18247	3,57
13	903	149	5	0,165006	0,033001	33001	3,33
14	378	28	5	0,074074	0,014815	14815	3,68
15	363	106	5	0,292011	0,058402	58402	3,07
16	842	182	5	0,216152	0,04323	43230	3,21
17	729	148	5	0,203018	0,040604	40604	3,24
18	291	54	5	0,185567	0,037113	37113	3,28
19	421	49	5	0,116390	0,023278	23278	3,49
20	765	124	5	0,162092	0,032418	32418	3,35
21	140	38	5	0,271429	0,054286	54286	3,07
22	662	43	5	0,064955	0,012991	12991	3,73
23	897	154	5	0,171683	0,034337	34337	3,32
24	823	118	5	0,143378	0,028676	28676	3,40
25	869	141	5	0,162255	0,032451	32451	3,35
26	950	105	5	0,110526	0,022105	22105	3,51
27	580	182	5	0,313793	0,062759	62759	3,03
Proses	18360	2795	5	0,152233	0,030447	30447	3,37

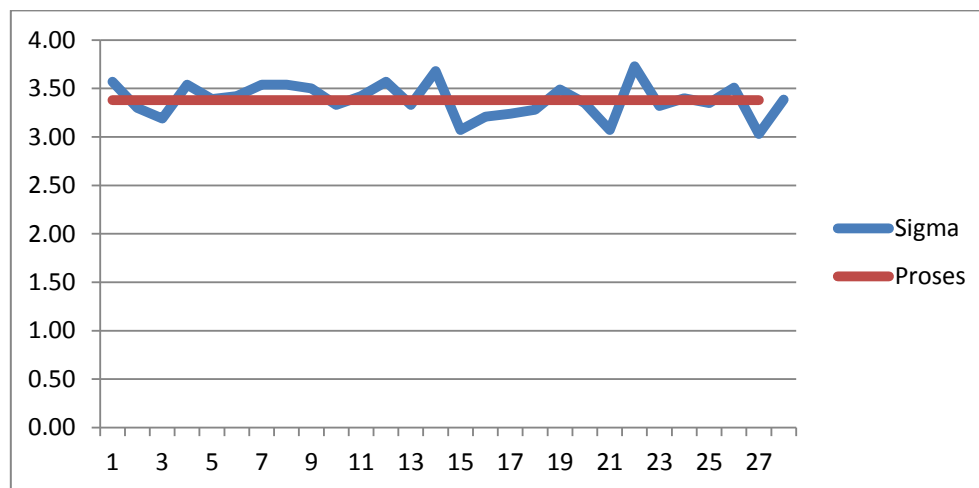
Perhitungan untuk proses secara keseluruhan :

$$\begin{aligned}
 DPMO &= \frac{\text{Jumlah Defect}}{\text{Unit yang diperiksa} \times \text{Defect Opportunity}} \times 1.000.000 \\
 &= \frac{2795}{18360 \times 5} \times 1.000.000 \\
 &= 30.447
 \end{aligned}$$

Berbagai nilai DPMO dan nilai sigma dalam tabel 4.6 apabila dimasukkan ke dalam grafik, maka akan tampak seperti gambar berikut ini:



Gambar 4.6 Grafik DPMO Data Atribut



Gambar 4.7 Grafik Kapabilitas Sigma Data Atribut

Dari gambar di atas, dapat diketahui bahwa pola DPMO dari kecacatan produk *cover roof rack* dan pencapaian tingkat *sigma* yang dihasilkan oleh data atribut belum konsisten, masih bervariasi naik turun sepanjang periode produksi. Apabila suatu proses dikendalikan dan ditentukan terus-menerus, maka akan menunjukkan pola DPMO yang terus menurun sepanjang waktu dan kapabilitas sigma yang meningkat terus-menerus. Khusus untuk data atribut kita dapat menggunakan hasil analisis ini (DPMO = 30.447 dan kapabilitas sigma = 3,37) sebagai ukuran kemampuan proses yang sesungguhnya, sekaligus merupakan *baseline* kinerja untuk peningkatan selanjutnya. Belum konsistennya tingkat *sigma* yang dihasilkan oleh data atribut sangat dipengaruhi oleh ketidaksesuaian yang ditimbulkan oleh data variabel.

4.2.3 Tahap Analyze

4.2.3.1 Menentukan Stabilitas dan Kapabilitas Proses

1. Variabel Berat *Cover Roof Rack*

a. Stabilitas Proses Produk

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

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

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

$$\text{Nilai Sigma} = 3,22$$

$$USL = 202,5$$

$$T = 201,5$$

$$LSL = 200,5$$

$$S = 0,488838$$

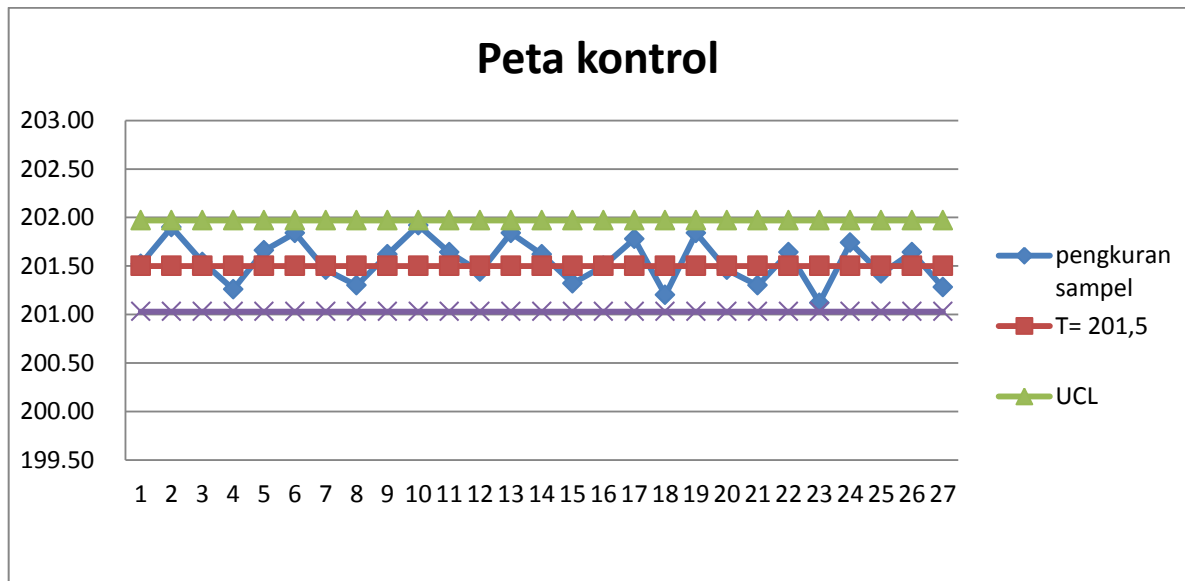
$$X = 201,548$$

Maka nilai batas toleransi maksimum adalah :

$$\begin{aligned} S_{max} &= \left[\frac{1}{2 \times \text{nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (USL - LSL) \\ &= \left[\frac{1}{2 \times 3,22} \right] \times (202,5 - 200,5) \\ &= 0,310559 \end{aligned}$$

$$UCL = T + 1,5 S_{max} = 201,5 + (1,5 \times 0,310559) = 201,97$$

$$LCL = T - 1,5 S_{max} = 201,5 - (1,5 \times 0,310559) = 201,03$$



Gambar 4.8 Grafik Pengendalian \bar{x} Berat Cover Roof Rack Berdasarkan Six Sigma Motorola

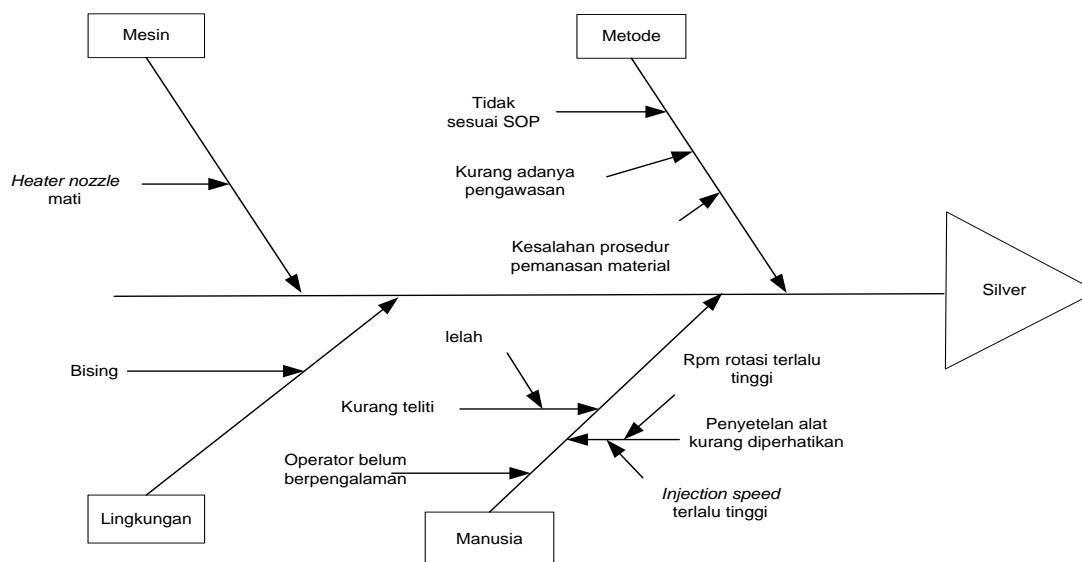
Dari grafik pengendalian \bar{x} diatas, dapat disimpulkan bahwa berat *cover roof rack* dalam keadaan terkendali karena tidak ada yang berada diluar batas pengendali.

b. Kapabilitas Proses Produksi

$$\begin{aligned}
 Cpk &= \text{minimum} \frac{USL - \bar{X}}{3s}, \frac{\bar{X} - LSL}{3s} \\
 &= \text{minimum} \frac{202,5 - 201,548}{3(0,488838)}, \frac{201,548 - 200,5}{3(0,488838)} \\
 &= \text{minimum}[0,64 ; 0,71] \\
 &= 0,64
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cpmk &= \frac{Cpk}{1 + (x - T)/S^2} \\
 &= \frac{0,64}{1 + (201,548 - 201,5)/0,488838^2} \\
 &= \frac{0,64}{1 + (0,048)/0,238} \\
 &= \frac{0,64}{1,096} \\
 &= 0,583
 \end{aligned}$$

4.2.3.2 Mengidentifikasi Sumber dan Akar Penyebab Kecacatan Produk



Gambar 4.9 Diagram Sebab Akibat Untuk Kriteria Cacat Silver

Berikut merupakan hasil analisis Diagram *Fishbone* untuk kriteria cacat *silver*:

1. Faktor mesin

a. *Heater nozzle* mati

Kerusakan mesin yang biasanya timbul adalah *heater nozzle* mati. *Heater nozzle* merupakan alat pemanas tempat keluarnya material. Penyebab *heater nozzle* biasanya karena material lain yang masih menempel pada *nozzle* sehingga tersumbat. Pengecekan dan penggantian *heater nozzle* dilakukan setiap 1 minggu. Adapun daftar kerusakan mesin pada *heater nozzle* di bulan September 2014 berdasarkan pengecekan *maintenance* sebagai berikut :

Tabel. 4.7 Daftar kerusakan *heater nozzle* bulan september 2014

Tanggal Pengecekan	Kondisi <i>heater nozzle</i>	Akibat
2 September 2014	<i>Heater nozzle</i> mati	Pemanasan/pengeringan material tidak sempurna sehingga terdapat warna perak pada permukaan hasil injeksi
5 September 2014	<i>Heater nozzle</i> putus	
9 September 2014	<i>Heater nozzle</i> mati	
12 September 2014	<i>Heater nozzle</i> mati	
18 September 2014	<i>Heater nozzle</i> putus	

Tanggal Pengecekan	Kondisi <i>heater nozzle</i>	Akibat
22 September 2014	<i>Heater nozzle</i> mati	

2. Faktor metode kerja

Kesalahan pada prosedur pemanasan/pengeringan material disebabkan karena tidak adanya pengawasan secara intensif dari pihak perusahaan dan tidak tersosialisasinya SOP sehingga proses tidak berjalan sesuai dengan standar perusahaan. Adapun kesalahan pada prosedur pemanasan material dijelaskan pada tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4.8 Penyebab kesalahan prosedur pemanasan/pengeringan material dan pemasangan *mould*

Pemeriksaan	Bentuk kesalahan	Akibat	Penyebab
Wawancara	proses pemanasan/pengeringan material kurang dari waktu yang ditentukan	Terdapat warna silver pada permukaan hasil injeksi	Melakukan pekerjaan tidak sesuai SOP dan Kurangnya pengawasan secara intensif dari pihak perusahaan
	proses pemanasan/pengeringan material kurang dari suhu yang ditentukan	Terdapat warna silver pada permukaan hasil injeksi	Melakukan pekerjaan tidak sesuai SOP dan Kurangnya pengawasan secara intensif dari pihak

Pemeriksaan	Bentuk kesalahan	Akibat	Penyebab
			perusahaan
Wawancara	<i>Mould</i> tidak terpasang dengan benar	<i>Ejector</i> patah dan proses injeksi plastik tidak dapat berjalan sempurna	Melakukan pekerjaan tidak sesuai SOP dan Kurangnya pengawasan secara intensif dari pihak perusahaan

3. Faktor lingkungan

Ruangan bising

Kebisingan dapat menimbulkan gangguan terhadap konsentrasi kerja yang dapat mengakibatkan menurunnya kualitas dan kuantitas kerja. Berdasarkan pengukuran tingkat kebisingan diruang produksi menggunakan *Sound Level Meter*, tingkat kebisingan pada setiap ruangan berbeda-beda antara lain sebagai berikut:

Tabel 4.9 Tingkat kebisingan ruangan

Lokasi	Tingkat kebisingan
Mesin injeksi moulding	91 dBA
Mesin MTC	88 dBA
Mesin Chiller	88 dBA
Mesin Crusher	97 dBA

Menurut ketentuan *The workplace and safety (noise) compliance standar*, 1995 SL no.381 menyatakan bahwa batasan kebisingan adalah 8 jam terus menerus adalah pada level tekanan 85 dBA. Sementara Keputusan Menteri Tenaga Kerja No.51 tahun 1999, nilai ambang batas untuk kebisingan ditempat kerja adalah intensitas tertinggi dan

merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar yang tetap untuk waktu terus menerus tidak lebih dari 8 jam sehari atau 40 jam seminggunya. Waktu maksimum bekerja berdasarkan keputusan menteri tenaga kerja no.51/men/1999 tentang kebisingan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.10 Nilai Ambang Batas Kebisingan

Waktu paparan per hari	Ambang batas dBA
8 jam	85 dBA
4 jam	88 dBA
2 jam	91 dBA
1 jam	94 dBA
30 menit	97 dBA
15 menit	100 dBA
7,5 menit	103 dBA
3,5 menit	106 dBA
1,88 menit	109 dBA

Sumber: (Departemen Tenaga Kerja RI/1999)

4. Faktor Manusia

a. Penyetelan mesin/alat kurang diperhatikan oleh operator

Operator secara *real time* memiliki ketrampilan khusus untuk melakukan pengecekan terhadap hasil injeksi pada *cover roof rack* secara manual dan bila terlihat kecacatan kecil harus langsung melakukan settingan mesin saat mesin berjalan. Pada saat ini lah pengalaman operator memeriksa hasil dan melakukan *setting* mesin sangat dibutuhkan. Adapun daftar kesalahan settingan mesin sebagai berikut :

Tabel 4.11 Daftar kesalahan settingan mesin

Tanggal	Kesalahan settingan Rpm rotasi	Kesalahan settingan kecepatan injeksi	Kesalahan settingan suck/pull back press	Akibat
05/07/2014	84 putaran per menit/rpm	220 mm/second	6 % dari metering/shot size	Permukaan hasil injeksi terdapat warna perak (<i>silver</i>)
06/07/2014	85 putaran per menit/rpm	230 mm/second	6 % dari metering/shot size	
16/07/2014	84 putaran per menit/rpm	220 mm/second	6 % dari metering/shot size	
19/07/2014	84 putaran per menit/rpm	220 mm/second	6 % dari metering/shot size	
02/09/2014	87 putaran per menit/rpm	250 mm/second	6 % dari metering/shot size	
03/09/2014	86 putaran per menit/rpm	250 mm/second	6 % dari metering/shot size	
04/09/2014	86 putaran per menit/rpm	250 mm/second	6 % dari metering/shot size	
12/09/2014	84 putaran per menit/rpm	220 mm/second	6 % dari metering/shot size	
14/09/2014	84 putaran per menit/rpm	250 mm/second	7% dari metering/shot size	
15/09/2014	87 putaran per menit/rpm	220 mm/second	6 % dari metering/shot size	
18/09/2014	84 putaran per menit/rpm	210 mm/second	6 % dari metering/shot size	
20/09/2014	82 putaran per menit/rpm	220 mm/second	6 % dari metering/shot size	
22/09/2014	88 putaran	250 mm/second	8% dari	

Tanggal	Kesalahan settingan Rpm rotasi	Kesalahan settingan kecepatan injeksi	Kesalahan settingan suck/pull back press	Akibat
	per menit/rpm		metering/shot size	

Nilai standar penyetelan putaran *screw* adalah 80 putaran per menit/rpm, standar kecepatan injeksi pada kecepatan maju *screw* adalah 200 mm/second dan nilai ideal untuk *suck/pull back press* adalah 3 – 5 % dari *metering/shot size*. Adapun penyebab operator melakukan kesalahan settingan mesin berdasarkan wawancara sebagai berikut:

Tabel 4.12 Penyebab Operator melakukan kesalahan settingan mesin injeksi

Operator baru	Pengumpulan Data	Penyebab
Feri	Wawancara	Kesulitan pada penyetelan <i>suck/pull back</i>
Parji		Kesulitan menentukan kecepatan maju dari <i>screw</i> pada saat menyuntikan material ke dalam <i>mould</i>
Martin		Kesulitan menentukan Putaran <i>screw</i> atau rotasi

b. Kurang ketelitian

Banyaknya pekerjaan dan melakukan pekerjaan yang berulang pada proses produksi dibagian mesin injeksi membuat para pekerja mengalami tingkat bosan dan kelelahan sehingga pekerja kurang teliti pada saat pengecekan *nozzle*. Kelelahan kerja akan menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan kerja. Menurut Grandjean (1988) kelelahan kerja disebabkan oleh beberapa faktor utama yang signifikan, meliputi: jenis kelamin, usia, durasi kerja fisik, status kesehatan dan kondisi fisik lingkungan kerja/tempat kerja.

c. Operator belum berpengalaman

Masa kerja operator yang kurang dari 1 tahun membuat operator masih kurang terampil mengoperasikan mesin injeksi, sehingga menyebabkan operator masih kesulitan mengatur penyetelan mesin injeksi dan akibatnya mengalami ketidaksesuaian seperti tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Berdasarkan wawancara diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 4.13 Keluhan pada operator

Operator	Pengumpulan data	Produksi/hari	Jumlah Cacat	Keluhan
Yogi	Wawancara	118 pcs	23 pcs	- kelelahan karena melakukan pekerjaan yang berulang-ulang -kerusakan mesin
Andi		206 pcs	29 pcs	- kelelahan karena melakukan pekerjaan yang berulang-ulang -kerusakan mesin
Septian		127 pcs	18 pcs	kelelahan karena melakukan

Operator	Pengumpulan data	Produksi/hari	Jumlah Cacat	Keluhan
				pekerjaan yang berulang-ulang -kerusakan mesin
Feri		146 pcs	52 pcs	-kesulitan dalam memahami SOP karena operator masih tergolong baru

4.2.3.3 Membuat *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Membuat FMEA berdasarkan penyebab kegagalan yang paling potensial. Dalam pembuatan FMEA ini dilakukan wawancara dengan kepala bagian produksi sebagai penguat keterangan.

1. Mengidentifikasi *failure mode* (modus kegagalan)

Pada langkah ini akan dicari penyebab kegagalan pada proses produksi *cover roof rack* dalam menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi perusahaan, setelah diuraikan diatas adapun penyebab kegagalan yang terjadi adalah:

- a. Pemanasan material kurang dari waktu ataupun suhu yang ditentukan.
- b. Rpm rotasi terlalu tinggi.
- c. *Injection speed* terlalu tinggi.
- d. *Suck/pull* back terlalu panjang.
- e. *Heater nozzle* mati.

2. Mengidentifikasi *Failure Effect*

Setelah didapatkan modus kegagalan (*failure mode*), maka diidentifikasi *failure effect*. Dalam hal ini *failure effect* didefinisikan sebagai akibat yang ditimbulkan oleh penyebab kegagalan (*failure mode*) dalam memberikan kontribusi terhadap kegagalan yang terjadi pada proses produksi *cover roof rack*. Adapun akibat kegagalan tersebut akan disajikan dalam tabel 4.14.

Tabel 4.14 *Failure Mode and Failure Effect*

<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>
Pemanasan material kurang dari waktu ataupun suhu yang ditentukan	Permukaan hasil injeksi terdapat semburan warna perak (<i>silver</i>)
Rpm rotasi terlalu tinggi	Rpm rotasi terlalu tinggi akan berdampak pada permukaan hasil injeksi
<i>Injection speed</i> terlalu tinggi	<i>Flash</i> atau <i>silver streak</i>
<i>Suck/pull back</i> terlalu panjang	Penyetelan <i>Suck/pull back</i> terlalu panjang mengakibatkan <i>silver streak</i> ataupun <i>cold slug</i>
<i>Heater nozzle</i> mati	<i>Heater nozzle</i> mati menyebabkan pemanasan/pengeringan material tidak sempurna sehingga terdapat warna perak pada permukaan hasil injeksi.

3. Menganalisis tingkat keseriusan yang terjadi (*Severity*)

Pada langkah ini, ditentukan seberapa serius akibat (*effect*) yang ditimbulkan oleh kegagalan-kegagalan yang menyebabkan produk *cover roof rack* tidak sesuai dengan standar perusahaan. Seberapa serius dampak yang ditimbulkan oleh kegagalan yang menyebabkan produk *cover roof rack* tidak sesuai dengan standar yang ditentukan oleh seberapa serius pengaruh yang ditimbulkannya. Rating *severity failure mode* ditentukan oleh nilai *severity failure effect* nya. Penentu rating *severity failure mode effect* berdasarkan hasil wawancara dengan kepala bagian produksi. Adapun rating *severity failure effect* dan *failure mode* yang digunakan adalah 1-10.

Tabel 4.15 Rating Severity

Rating	Keterangan
1	<i>Neglible severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan)
2,3	<i>Mild Severity</i> (pengaruh buruk yang ringan/sedikit)
4,5,6	<i>Moderate Severity</i> (pengaruh buruk yang moderat)
7,8	<i>High Severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi)
9,10	<i>Potensial Safety Problem</i> (masalah keselamatan/keamanan potensial).

Sumber: (Gaspersz, 2002)

Tabel 4.16 Peringkat Severity

Failure Effect	Karakteristik kegagalan	Severity (S)	Keterangan
Pemanasan material kurang dari waktu ataupun suhu yang ditentukan	Permukaan hasil injeksi terdapat semburan warna perak (<i>silver</i>)	8	<i>High Severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi)
Rpm rotasi terlalu tinggi	Rpm rotasi terlalu tinggi akan berdampak pada permukaan hasil injeksi	6	<i>Moderate Severity</i> (pengaruh buruk yang moderat)
<i>Injection speed</i> terlalu tinggi	<i>Flash</i> atau <i>silver streak</i>	8	<i>High Severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi)
<i>Suck/pull back</i> terlalu panjang	Penyetelan <i>Suck/pull back</i> terlalu panjang mengakibatkan <i>silver streak</i> ataupun <i>cold slug</i>	5	<i>Moderate Severity</i> (pengaruh buruk yang moderat)
<i>Heater nozzle</i> mati	<i>Heater nozzle</i> mati menyebabkan pemanasan/pengeringan material tidak sempurna	8	<i>High Severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi)

<i>Failure Effect</i>	Karakteristik kegagalan	<i>Severity (S)</i>	Keterangan
	sehingga terdapat warna perak pada permukaan hasil injeksi.		

4. Mengidentifikasi sebab-sebab kegagalan (*Causes*)

Pada langkah ini diuraikan sebab dari kegagalan yang menyebabkan produk *cover roof rack* tidak sesuai dengan standar perusahaan (*failure mode*). Sebab-sebab ini akan disajikan dalam tabel 4.17 berikut ini:

Tabel 4.17 Causes dari Failure Mode

<i>Failure Mode</i>	<i>Potensial Causes</i>
Pemanasan material kurang dari waktu ataupun suhu yang ditentukan	Kesalahan pada prosedur pengeringan
Rpm rotasi terlalu tinggi	Penyetelan rotasi tidak sesuai dengan <i>spec</i> yang dianjurkan
<i>Injection speed</i> terlalu tinggi	<i>Sett Injection speed</i> tidak sesuai dengan <i>spec</i> yang dianjurkan
<i>Suck/pull back</i> terlalu panjang	Penyetelan <i>Suck/pull back</i> tidak sesuai dengan <i>spec</i> yang dianjurkan
<i>Heater nozzle</i> mati	-Kurang perawatan -Kurang pemeriksaan

5. Menganalisis frekuensi terjadinya kegagalan (*Occurrence*)

Pada langkah ini, akan dicari frekuensi terjadinya kegagalan yang menyebabkan produk *cover roof rack* tidak sesuai standar. Frekuensi kegagalan yang mengakibatkan produk *cover roof rack* tidak sesuai standar (*failure mode*) ditentukan oleh frekuensi penyebab kegagalannya. Skala *Occurrence failure mode* ditentukan oleh skala *Occurrence causes* yang tertinggi. Adapun penentuan rating *Occurrence causes* dan *failure mode* yang digunakan adalah 1-10.

Tabel 4.18 Skala *Occurence*

Rating	Keterangan
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang menyebabkan mode kegagalan
2,3	Kemungkinan kecil terjadi kegagalan
4,5,6	Kemungkinan terjadinya kegagalan
7,8	Kegagalan adalah sangat mungkin terjadi
9,10	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi

Sumber: (Gaspersz, 2002)

Tabel 4.19 Peringkat *Occurence*

<i>Failure Effect</i>	Karakteristik kegagalan	<i>Occurence (O)</i>	Keterangan
Pemanasan material kurang dari waktu ataupun suhu yang ditentukan	Permukaan hasil injeksi terdapat semburan warna perak (<i>silver</i>)	8	Kegagalan sangat mungkin terjadi
Rpm rotasi terlalu tinggi	Rpm rotasi terlalu tinggi akan berdampak pada permukaan hasil injeksi	6	Kemungkinan terjadi kegagalan
<i>Injection speed</i> terlalu tinggi	<i>Flash</i> atau <i>silver streak</i>	7	Kegagalan sangat mungkin terjadi
<i>Suck/pull</i> back terlalu panjang	Penyetelan <i>Suck/pull</i> back terlalu panjang mengakibatkan <i>silver streak</i> ataupun <i>cold slug</i>	7	Kegagalan sangat mungkin terjadi
<i>Heater nozzle</i> mati	<i>Heater nozzle</i> mati menyebabkan pemanasan/pengeringan material tidak sempurna	7	Kegagalan sangat mungkin terjadi

<i>Failure Effect</i>	Karakteristik kegagalan	<i>Occurence (O)</i>	Keterangan
	sehingga terdapat warna perak pada permukaan hasil injeksi.		

6. Mengidentifikasi kontrol yang dapat dilakukan berdasarkan penyebab kegagalan

Pada langkah ini, diidentifikasi metode pengendalian terhadap kegagalan yang menyebabkan produk cover roof rack tidak sesuai standar. Adapun langkah pengendalian dilakukan sesuai dengan kemungkinan kejadian yang ditimbulkan karena kegagalan tersebut. Kejadian yang mungkin terjadi karena kegagalan tersebut akan disajikan dalam tabel 4.20 di bawah ini:

Tabel 4.20 Kejadian yang Mungkin Terjadi karena Kegagalan dan Metode Pengendaliannya

<i>Failure Mode</i>	<i>Symptoms</i>	<i>Detection Method</i>
Pemanasan material kurang dari waktu ataupun suhu yang ditentukan	Permukaan hasil injeksi terdapat semburan warna perak (silver)	Dapat dilihat secara visual apakah ada atau tidak semburan warna silver pada permukaan <i>cover roof rack</i> . Pengendalian untuk masalah ini adalah memperhatikan jenis material yang digunakan kemudian lakukan pengeringan sesuai dengan spec yang telah dianjurkan yaitu pengeringan selama 3 jam dan pada temperatur 80°C.
Rpm rotasi terlalu tinggi	Rpm rotasi terlalu tinggi akan berdampak pada permukaan hasil injeksi	Dapat dilihat secara visual apakah ada atau tidak semburan warna silver pada permukaan <i>cover roof rack</i> . Metode pengendalian untuk mengatasi masalah ini adalah mengurangi putaran <i>screw</i> atau

<i>Failure Mode</i>	<i>Symptoms</i>	<i>Detection Method</i>
		mengatur putaran <i>screw</i> sesuai dengan standar penyetelannya.
<i>Injection speed</i> terlalu tinggi	<i>Flash</i> atau <i>silver streak</i>	Dapat dilihat secara visual apakah ada atau tidak semburan warna silver pada permukaan <i>cover roof rack</i> . Pengendalian untuk masalah ini adalah mengurangi kecepatan injeksi atau diatur sesuai dengan hasil produk dari injeksi.
<i>Suck/pull back</i> terlalu panjang	Penyetelan <i>Suck/pull back</i> terlalu panjang mengakibatkan <i>silver streak</i> ataupun <i>cold slug</i>	Dapat dilihat secara visual apakah ada atau tidak semburan warna silver pada permukaan <i>cover roof rack</i> . Metode pengendalian untuk mengatasi masalah ini adalah melakukan penyetelan <i>suck/pull back</i> sesuai dengan nilai ideal <i>suck/pull back</i> .
<i>Heater nozzle</i> mati	<i>Heater nozzle</i> mati menyebabkan pemanasan/pengeringan material tidak sempurna sehingga terdapat warna perak pada permukaan hasil injeksi.	Dapat dilihat secara visual apakah ada atau tidak semburan warna silver pada permukaan <i>cover roof rack</i> . Pengendalian dapat dilakukan dengan mengecek <i>heater nozzle</i> . Pemeriksaan ini diperlukan demi kelangsungan proses yang stabil dan kualitas yang diharapkan.

7. Analisis Tingkat Pendeteksian (*Detection*)

Deteksi merupakan rating yang berhubungan dengan kemungkinan bahwa proses kontrol yang ada akan mendeteksi suatu jenis kegagalan. *Detection* merupakan alat *control* yang

digunakan untuk mendeteksi *potensial cause*. Rating *detection* yang digunakan adalah 1-10.

Table 4.21 Skala *Detection*

Skala	Keterangan
1	Metode pencegahan atau deteksi sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin masih muncul atau terjadi
2,3	Kemungkinan bahwa penyebab itu adalah rendah
4,5,6	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan atau deteksi masih memungkinkan kadang-kadang penyebab itu terjadi
7,8	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi masih tinggi. Metode pencegahan atau deteksi kurang efektif, karena penyebab masih berulang kembali
9,10	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan deteksi tidak efektif. Penyebab akan selalu terjadi kembali

Sumber: Gaspersz, 2002

Tabel 4.22 Peringkat *Detection Control*

<i>Failure Effect</i>	Karakteristik kegagalan	<i>Detection (D)</i>	Keterangan
Pemanasan material kurang dari waktu ataupun suhu yang ditentukan	Permukaan hasil injeksi terdapat semburan warna perak (silver)	3	Metode pencegahan atau deteksi masih memungkinkan kadang-kadang penyebab itu terjadi
Rpm rotasi terlalu tinggi	Rpm rotasi terlalu tinggi akan berdampak pada permukaan hasil injeksi	3	Kemungkinan bahwa penyebab itu adalah rendah

<i>Failure Effect</i>	Karakteristik kegagalan	<i>Detection (D)</i>	Keterangan
<i>Injection speed</i> terlalu tinggi	<i>Flash</i> atau <i>silver streak</i>	2	Kemungkinan bahwa penyebab itu adalah rendah
<i>Suck/pull back</i> terlalu panjang	Penyetelan <i>Suck/pull back</i> terlalu panjang mengakibatkan <i>silver streak</i> ataupun <i>cold slug</i>	3	Kemungkinan bahwa penyebab itu adalah rendah
<i>Heater nozzle</i> mati	<i>Heater nozzle</i> mati menyebabkan pemanasan/pengeringan material tidak sempurna sehingga terdapat warna perak pada permukaan hasil injeksi.	3	Kemungkinan bahwa penyebab itu adalah rendah

8. Perhitungan *Risk Priority Number* (RPN)

Pada tahap ini dilakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) untuk mengidentifikasi *failure mode* yang perlu diprioritaskan untuk dianalisis dan ditindaklanjuti, karena dianggap menjadi sumber kegagalan utama pada proses produksi *cover roof rack*. Perhitungan RPN yaitu dengan cara mengalikan tingkat *severity* dengan tingkat *occurrence* dan dengan tingkat *detection*.

Tabel 4.23 *Risk Priority Number*

Failure Mode	S	O	D	RPN	Prioritas
Pemanasan material kurang dari waktu ataupun suhu yang ditentukan	8	8	3	192	1
Rpm rotasi terlalu tinggi	6	6	3	108	4
<i>Injection speed</i> terlalu tinggi	8	7	2	112	3
<i>Suck/pull back</i> terlalu panjang	5	7	3	105	5
<i>Heater nozzle</i> mati	8	7	3	168	2

Contoh perhitungan manual RPN : masalah pemanasan material kurang dari waktu ataupun suhu yang ditentukan

$Severity = 8$ $Occurance = 8$ $Detection = 3$

Jadi perhitungannya adalah $S \times O \times D = 8 \times 8 \times 3 = 192$

Maka RPN dari masalah pemanasan material kurang dari waktu ataupun suhu yang ditentukan adalah 192.

4.2.4 Tahap *Improve*

Pada tahap *improve* dilakukan analisa untuk perbaikan proses atau mengusulkan tindakan-tindakan yang dapat dilakukan terhadap berbagai macam sebab permasalahan sehingga dapat diatasi. Adapun langkah-langkah perbaikan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.24 Langkah-langkah perbaikan Pada PT YPTI

Aspek	Perbaikan yang dapat dilakukan
Metode	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pengawasan secara intensif dengan menempatkan operator pada proses pemanasan material untuk mengatur waktu dan suhu pemanasan material. 2. Mensosialisasikan kepada pekerja tentang SOP yang ditetapkan perusahaan
Mesin / Alat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk komponen mesin/ <i>mould</i> harus selalu diperiksa secara rutin setiap satu hari sekali 2. Memeriksa settingan mesin pada mesin sebelum proses injeksi akan dilakukan
Manusia	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memberikan waktu istirahat yang cukup yaitu selama 1 jam/hari pada setiap shiftnya dan selalu menjaga komunikasi dengan operator dengan memberikan motivasi serta bonus bagi operator

Aspek	Perbaikan yang dapat dilakukan
	<p>yang telah bekerja dengan teliti</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Melakukan pengawasan dan pelatihan langsung terhadap operator terutama pada operator baru 3. Memberikan pengarahan sebelum proses produksi dilaksanakan.
Lingkungan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memberi <i>earplug</i> kepada operator atau memasang peredam suara di area produksi untuk mengurangi kebisingan

a. Tindakan Perbaikan dengan menggunakan metode 5W-1H

Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas six sigma. Berikut adalah tindakan 5W-1H :

5. *Why* ? (mengapa rencana tindakan itu perlu diselesaikan)

Rencana tindakan ini perlu diselesaikan agar tidak banyak terjadi lagi cacat *silver* pada *cover roof rack* yang disebabkan karena pengaturan / penyetelan pada mesin kurang tepat dan *heater nozzle* mati . Selain itu pemanasan material kurang dari waktu dan suhu yang ditentukan juga penyebab utama cacat *silver*.

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

Faktor utama terjadinya kecacatan produk adalah *cacat silver* yang disebabkan oleh faktor mesin, metode kerja, dan manusia. Faktor mesin disebabkan karena kerusakan mesin yang biasanya timbul yaitu *heater nozzle* mati serta kurangnya perawatan atau pengecekan mesin sehingga menimbulkan kecacatan pada produk. Sedangkan dari faktor metode kerja disebabkan karena waktu dan temperature pemanasan material tidak sesuai standar kebijakan perusahaan sehingga produk yang dihasilkan mengalami banyak kecacatan. Kesalahan pada prosedur pemanasan material menjadi penyebab utama dimana proses pengeringan/pemanasan kurang dari waktu dan suhu yang ditentukan. Sebelum melakukan proses injeksi, material harus dilakukan pengeringan/pemanasan terlebih dahulu sesuai dengan *spec* yang ditentukan yaitu selama 3 jam dan pada temperatur 80°C, jika tidak akan

menimbulkan *silver streak* pada hasil injeksi (*cover roof rack*) dan dari faktor manusia disebabkan operator kurang terampil saat mengoperasikan mesin injeksi sehingga terjadi kesalahan pada settingan mesin yang menyebabkan produk cacat serta operator kurang teliti saat mengawasi jalannya mesin produksi.

7. *Where* ? (dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan)

Rencana tindakan ini akan dilaksanakan di mesin injeksi MC-1 (JSW 330T) .

8. *When* ? (kapan rencana tindakan itu akan dilaksanakan)

Rencana tindakan akan langsung dilakukan setelah mengetahui banyaknya tingkat cacat tersebut.

9. *Who* ? (siapa penanggungjawab untuk rencana tindakan tersebut)

Penanggung jawab pada setiap proses adalah operator yang telah mempunyai tugas untuk mengatur atau menyetel mesin dan mengawasi jalannya mesin injeksi sesuai dengan SOP yang sudah ada.

10. *How* ? (bagaimana langkah penyelesaian yang akan dilakukan)

Langkah penyelesaian utamanya pada mesin yaitu melakukan pengecekan dan melakukan perawatan mesin dengan membersihkan bagian mesin yang rentan kotor oleh sisa material disetiap harinya dan mengganti komponen mesin yang mati atau rusak serta memeriksa settingan mesin pada mesin injeksi sebelum proses produksi akan dilakukan. Pada metode kerja yakni dengan melakukan pengawasan dengan menempatkan operator pada proses pengeringan untuk mengatur waktu atau suhu pengeringan/pemanasan material agar tidak kurang maupun melewati batas yang ditentukan. Pada manusia yakni dengan memberikan waktu istirahat yang cukup dan selalu menjaga komunikasi dengan operator dengan memberikan motivasi serta bonus bagi operator yang telah bekerja dengan teliti, membuat rotasi pekerjaan untuk mengurangi tingkat kebosanan operator, serta memberikan arahan kepada operator sebelum proses produksi dilaksanakan dan memberikan pelatihan kepada operator terutama pada operator baru diluar jam kerja.

4.2.5 Tahap Control

Tahap *control* merupakan tahap operasional terakhir yang bertujuan untuk mengevaluasi dan memastikan bahwa kondisi yang diperbaiki dapat berkesinambungan dan tidak berjalan dalam waktu singkat saja. Pada tahap ini hasil-hasil perbaikan distandarisasikan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar.

1. *Define*

Control dilakukan dengan melakukan pengawasan selama proses produksi berlangsung untuk menghindari kesalahan-kesalahan yang disebabkan oleh mesin atau alat-alat produksi bahkan pekerja itu sendiri. Pada hasil akhir dilakukan pengecekan kembali terhadap produk jadi apakah terjadi cacat dan apakah produk sesuai dengan pesanan atau tidak.

2. *Measure*

Control dilakukan dengan melihat hasil grafik analisis DPMO dan tingkat sigma yang telah dianalisis agar dapat dikendalikan dan dilakukan perbaikan sehingga tidak menghasilkan kecacatan yang lebih besar dan tidak memberikan kerugian kepada perusahaan. Data atribut dan variabel dikendalikan berdasarkan faktor penyebab terjadinya variasi didalamnya yaitu faktor mesin, metode kerja dan manusia.

3. *Analyze*

Menganalisis dan mengidentifikasi penyebab-penyebab kecacatan apakah kesalahan berasal dari manusia, mesin, metode kerja atau lingkungan. Untuk menghindari kesalahan pada proses produksi, maka dilakukan pengecekan dan perawatan mesin produksi dan memberikan pelatihan kepada para pekerja agar dapat menghasilkan produk yang baik.

4. *Improve*

Menetapkan rencana tindakan (*action plan*) dengan selalu melakukan pengawasan dan pengendalian pada setiap proses agar terkontrol dengan baik dan sesuai harapan perusahaan untuk mengurangi cacat pada produk.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Tahap *Define*

Bahan baku seperti *Acrylonitrile Butadine Styrene* (ABS) didatangkan dari PT. DWA yaitu pihak luar yang menyuplai material dasar untuk pembuatan produk.

Pada bagian proses injeksi terdiri dari beberapa tahapan untuk menghasilkan suatu produk *cover roof rack* dimulai dengan mendesain *mould* dimana *mould* di desain sesuai dengan pesanan dan keinginan *customer* setelah itu *mould* dipasang ke dalam mesin setelah *mould* terpasang kemudian melakukan persiapan dan pemeriksaan jenis material yang akan digunakan, lalu masuk pada proses pengeringan/pemanasan material. Jika material sudah siap kemudian dilakukan pengisian material kedalam cetakan atau disebut dengan proses *injec* dimana pada proses *injec* ada 3 tahap kondisi dasar *injection moulding* yaitu peleburan, pengaliran dan pengerasan. Setelah produk keluar dari cetakan mesin produk tersebut harus dilakukan pengecekan agar bisa mengetahui produk tersebut layak dijual atau produk *reject*. Setelah produk di cek kualitasnya lalu produk tersebut di *fine finishing*. Setelah produk jadi maka akan dilakukan pengepakan.

5.2 Tahap *Measure*

Dalam tahap ini dilakukan penentuan karakteristik ketidaksesuaian pada produk *cover roof rack*. Data variabel yang diteliti adalah berat *cover roof rack*. Sedangkan data atribut dengan menggunakan diagram pareto ditemukan cacat terbesar adalah pada *cover roof rack* dengan karakteristik kecacatan sebagai berikut:

- a. *Silver* (permukaan hasil injeksi terdapat semburan warna perak) sebesar 34,17%. Cacat ini merupakan yang paling sering terjadi. Penyebabnya utama cacat *silver* ini adalah pemanasan material kurang dari waktu yang ditentukan ataupun suhu yang ditentukan dan disebabkan karena *heater nozzle* mati.
- b. *Scratch* (cacat pada permukaan hasil injeksi terdapat garis akibat goresan) sebesar 21,97%. Disebabkan karena ventilasi *mould* yang kotor sehingga kotoran/debu menempel pada hasil injeksi.
- c. *Short Short* (hasil cetakan tidak terisi penuh atau ada sebagian yang tidak tercetak) sebesar 20,25%. Disebabkan karena *nozzle* bocor atau tersumbat.
- d. *Sinmark* (permukaan hasil injeksi terlihat tidak rata/dekok) sebesar 15,99% disebabkan karena temperatur *mould* terlalu tinggi.
- e. *Over cut* sebesar 7,62% terjadi karena kesalahan memotong yang tidak sesuai.

5.3 Tahap Analyze

5.3.1 Analisis Tingkat Sigma

5.3.1.1 Data Atribut

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya untuk data atribut diperoleh nilai DPMO sebesar 30.447 yang dapat diinterpretasikan bahwa dalam satu juta kesempatan akan ada terdapat 30.447 kemungkinan bahwa proses produksi itu akan menghasilkan produk cacat sehingga akan menimbulkan ketidakpuasan bagi pelanggan. Perusahaan berada pada tingkat sigma 3,37 sigma yang berarti proses produksi masih perlu ditingkatkan karena masih jauh dari pengendalian proses 6-sigma. Tingginya angka kecacatan juga dipengaruhi oleh faktor-faktor ketidaksesuaian yang ditimbulkan oleh data variabel.

5.3.1.2 Data Variabel

Berdasarkan hasil perhitungan sebelumnya untuk data variabel berat *cover roof rack* diperoleh nilai DPMO sebesar 42.367 dan berada pada tingkat sigma 3,24. Hal ini berarti

pada proses berat *cover roof rack* terdapat 42.367 cacat per satu juta produk dan PT YPTI berada pada tingkat 3,22 sigma yang berarti proses produksi masih perlu ditingkatkan karena masih jauh dari pengendalian proses 6-sigma. Pola DPMO berat *cover roof rack* yang masih bervariasi naik turun sepanjang periode.

5.3.1.3 Hubungan Tingkat Sigma data Atribut dan Data Variabel

Tingkat *Sigma* yang dihasilkan data atribut sebesar 3,37 *sigma* sedangkan tingkat sigma yang dihasilkan data variabel sebesar 3,22 *sigma*. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat sigma data atribut lebih besar dari tingkat sigma data variabel karena pada data atribut produk *cover roof rack* yang cacatnya tergolong bisa untuk diperbaiki. Sehingga untuk data atribut tingkat kecacatannya berkurang dan tingkat sigma meningkat.

5.3.1.4 Analisis Kapabilitas Proses

Hasil indeks kapabilitas yang dihasilkan pada perhitungan sebelumnya adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil Indeks Kapabilitas Proses

Variabel	Stabilitas	Cpm	Cpmk	Spesifikasi
Berat <i>cover roof rack</i>	Stabil	0,678	0,583	202,5 ± 200,5

Dari hasil perhitungan pada tahap *Analyze* diketahui bahwa stabilitas proses produksi untuk data variabel dalam keadaan stabil, hal ini dapat dilihat dari grafik x-bar yang telah dibuat untuk data variabel dalam keadaan terkendali karena tidak ada titik yang berada di luar batas pengendali. Selain melihat grafik X-bar, variabel tersebut juga perlu diuji apakah variasi proses telah mampu memenuhi batas toleransi standar deviasi maksimum. Untuk pengujian berat *cover roof rack* adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$\text{Nilai Sigma} = 3,22$$

$$\text{USL} = 202,5$$

$$T = 201,5$$

$$LSL = 200,5$$

$$S = 0,488838$$

$$X = 201,548$$

Maka nilai batas toleransi maksimum adalah :

$$S_{max} = \left[\frac{1}{2 \times \text{nilai kapabilitas sigma}} \right] \times (USL - LSL)$$

$$= \left[\frac{1}{2 \times 3,22} \right] \times (202,5 - 200,5)$$

$$= 0,310559$$

$$UCL = T + 1,5 S_{max} = 201,5 + (1,5 \times 0,310559) = 201,97$$

$$LCL = T - 1,5 S_{max} = 201,5 - (1,5 \times 0,310559) = 201,03$$

1) Membuat Hipotesis

$$H_0 : \sigma^2 \geq (S_{max})^2 = (0,310559)^2 = 0,0964$$

$$H_1 : \sigma^2 < (S_{max})^2 = (0,310559)^2 = 0,0964$$

2) Harga Statistik Penguji

$$x^2_{hitung} = \frac{n-1 S^2}{S_{max}^2} = \frac{135-1 (0,488838)^2}{0,0964} = 332,167$$

3) Menentukan besar tingkat signifikan $\alpha = 5\%$ dengan melihat tabel x^2 didapat :

$$x^2 [0,05 ; 135 - 1] = 124,3421$$

4) Membandingkan x^2 hitung dan x^2 tabel

$$x^2_{hitung} = 332,167 > x^2_{tabel} = 124,3421$$

5) Membuat keputusan

Karena nilai $x^2_{hitung} > x^2_{tabel}$ maka kita dapat menerima H_0 yang berarti bahwa pada tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$ atau tingkat kepercayaan $1 - 0,05 = 95\%$, variasi pengukuran berat *cover roof rack* dalam proses pembuatan *cover roof rack* pada tingkat 3,22 sigma lebih besar dari pada batas toleransi maksimum standar deviasi yang diharuskan pada tingkat 3,22 sigma. Hal ini berarti kita harus serius melakukan reduksi terhadap variasi proses yang ada.

Sementara untuk hasil analisis peta kontrol X-bar pada konsep *six sigma motorola* yang telah dihitung nilai-nilai individual sangat bervariasi, terbukti dari pengujian terhadap

variasi proses yang menerima H_0 , berarti variasi proses melebihi batas toleransi maksimum standar deviasi S_{maks} yang diizinkan pada tingkat sigma.

Berdasarkan tabel diatas, nilai Cpm untuk variabel berat *cover roof rack* sangat rendah $< 1,00$ maka proses dianggap tidak mampu dan tidak kompetitif dalam memenuhi spesifikasi target kualitas. Untuk Cpmk data variabel juga sangat rendah karena $< 1,00$ hal ini menunjukkan bahwa proses pembuatan *cover roof rack* belum mampu memenuhi batas spesifikasi yang diinginkan pelanggan. PT YPTI dianggap belum mampu untuk bersaing di pasar global sehingga perlu diadakan lagi peningkatan kualitas untuk menuju target *Six Sigma*. Sedangkan pada kriteria (*rule of thumb*) dalam program peningkatan six sigma nilai Cpm < 1 maka suatu proses industri dianggap sangat tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol (*zero defect*).

Untuk indeks Cpmk pada data variabel juga didapatkan nilai Cpmk < 1 maka dapat disimpulkan bahwa proses dianggap tidak mampu memenuhi batas spesifikasi yang diinginkan oleh pelanggan. Hal ini menunjukkan bahwa proses produksi banyak menghasilkan kegagalan karena banyak produk *cover roof rack* yang dihasilkan akan berpeluang besar keluar dari batas spesifikasi yang diinginkan pelanggan.

5.3.1.5 Identifikasi Sumber dan Akar Penyebab Kecacatan Produk

Pada PT YPTI terdapat 5 kriteria cacat yaitu *silver*, *scracth*, *short short*, *sinmark* dan *overcut*. Penyumbang cacat terbesar adalah pada cacat *silver*. Terjadinya *silver* disebabkan oleh settingan mesin yang kurang tepat, kurangnya perawatan dan pengecekan mesin serta kesalahan pada prosedur pemanasan material menjadi penyebab utama dimana proses pengeringan/pemanasan kurang dari waktu dan suhu yang ditentukan. Sebelum melakukan proses injeksi, material harus dilakukan pengeringan/pemanasan terlebih dahulu sesuai dengan *spec* yang ditentukan yaitu selama 3 jam dan pada temperatur 80°C , jika tidak akan menimbulkan *silver streak* pada hasil injeksi (*cover roof rack*).

5.3.1.6 Analisis Pengaruh Potensial Kegagalan Sumber-sumber Variasi

Pengaruh potensial kegagalan sumber-sumber variasi dianalisa menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) berdasarkan penyebab-penyebab kegagalan yang didapatkan dari *cause effect*. Penggunaan FMEA bertujuan untuk mencari akar penyebab permasalahan berdasarkan penyebab kegagalan yang mempengaruhi yaitu *Severity* (tingkat keseriusan), *Occurrence* (frekuensi kejadian) dan *Detection* (tingkat kesulitan dalam mendeteksi ketika masalah terjadi) yang selanjutnya digunakan untuk mencari nilai *Risk Priority Number* (RPN).

Berdasarkan hasil perhitungan RPN, kegagalan yang memiliki RPN tertinggi adalah pada masalah pemanasan material kurang dari waktu ataupun suhu yang ditentukan, sehingga masalah pemanasan material kurang dari waktu ataupun suhu yang ditentukan menjadi prioritas perbaikan pada tahap *improve*. Selain permasalahan pada proses pemanasan material yang memiliki nilai RPN tertinggi dan menjadi prioritas utama perbaikan karena tingkat keseriusannya, masalah lainnya juga harus dapat mendapatkan perbaikan guna meningkatkan kualitas.

5.4 Tahap Improve

Pada tahap *improve* merupakan tahap pembuatan perbaikan-perbaikan dan usulan tindakan. Usulan perbaikan akan dititik beratkan pada masalah yang didapatkan dari hasil RPN tertinggi berdasarkan analisis FMEA dan terhadap faktor-faktor yang berhubungan dengan penyebab produk cacat.

- a. Penyebab umum metode dengan penyebab khusus kesalahan pada proses produksi yaitu pada pemanasan material kurang dari 3 jam dan kurang dari suhu 80°C. Usulan perbaikannya pengawasan secara intensif baik sebelum melaksanakan proses produksi maupun selama proses produksi berjalan agar tidak terjadi kesalahan yang berkepanjangan dan menempatkan operator pada proses pengeringan/ pemanasan material untuk mengatur waktu atau suhu pengeringan/pemanasan material agar tidak kurang maupun melewati batas yang ditentukan

- b. Penyebab umum pada mesin/alat dengan penyebab khusus kerusakan mesin, usulan perbaikannya melakukan perawatan atau pengecekan mesin secara rutin yaitu setiap satu hari sekali karena dengan kondisi mesin yang baik maka proses produksi akan berjalan lancar serta menghasilkan kualitas yang baik.
- c. Penyebab umum pada manusia dengan penyebab khusus operator kurang teliti akibat mengalami kelelahan serta kesulitan mengatur penyetelan mesin injeksi. Usulan perbaikannya dengan memberikan waktu istirahat yang cukup dan selalu menjaga komunikasi dengan operator dengan memberikan motivasi serta bonus bagi operator yang telah bekerja dengan teliti serta melakukan pemeriksaan setting an mesin pada mesin injeksi terlebih dahulu sebelum proses produksi dimulai agar tidak terjadi kendala pada saat proses sedang berlangsung dan memberikan pengarahan sebelum proses produksi dilaksanakan.
- d. Penyebab umum pada lingkungan dengan penyebab khusus lingkungan kerja yang bising sehingga mengakibatkan operator cepat lelah dan konsentrasi berkurang. Usulan perbaikannya memberikan *earplug* kepada operator atau memasang peredam di area produksi untuk mengurangi kebisingan

Selanjutnya digunakan metode 5W-1H untuk mengetahui penyebab dan usulan perbaikan yang akan diajukan ke perusahaan. Usulan perbaikannya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengawasan secara intensif dengan menempatkan operator pada proses pemanasan material untuk mengatur waktu dan suhu pemanasan material.
2. Melakukan perawatan atau pengecekan mesin secara rutin yaitu setiap satu hari sekali.
3. Melakukan pemeriksaan penyetelan mesin pada mesin injeksi terlebih dahulu sebelum proses produksi dimulai.
4. Memberikan waktu istirahat yang cukup dan selalu menjaga komunikasi dengan operator dengan memberikan motivasi serta bonus bagi operator yang telah bekerja dengan teliti serta memberikan pengarahan sebelum proses produksi dilaksanakan.
5. Memberikan pelatihan kepada operator terutama pada operator baru diluar jam kerja.

5.5 Tahap Control

Pada tahap *control* adalah tahap operasional yang terakhir dimana pada tahap ini harus selalu dilakukan untuk menjaga perbaikan yang telah dilakukan sesuai dengan hasil yang dicapai. Berdasarkan hasil analisa diatas, maka *control* untuk usulan yang diajukan ke perusahaan adalah melakukan pengawasan yang intensif kepada operator yang mengendalikan mesin injeksi selama proses produksi sebagai data untuk pengendalian proses selanjutnya. Hal ini dimaksudkan agar perusahaan dapat melakukan tindakan perbaikan secara terus menerus sesuai dengan prioritas yang telah diusulkan dan pada tahun mendatang diharapkan terdapat peningkatan kualitas hingga mampu mendekati 6 *sigma* .

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pengumpulan dan pengolahan data serta analisa data yang telah diuraikan dalam bab-bab sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan perbaikan yang perlu dilakukan untuk mengurangi kecacatan pada produk *Cover Roof Rack* adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengawasan secara intensif dengan menempatkan operator pada proses pemanasan material untuk mengatur waktu dan suhu pemanasan material.
2. Melakukan perawatan atau pengecekan mesin secara rutin yaitu setiap satu hari sekali.
3. Melakukan pemeriksaan penyetelan mesin pada mesin injeksi terlebih dahulu sebelum proses produksi dimulai.
4. Memberikan waktu istirahat yang cukup dan selalu menjaga komunikasi dengan operator dengan memberikan motivasi serta bonus bagi operator yang telah bekerja dengan teliti serta memberikan pengarahan sebelum proses produksi dilaksanakan.
5. Memberikan pelatihan kepada operator terutama pada operator baru diluar jam kerja.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan kepada perusahaan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan harus meningkatkan kembali kualitas dan pengawasan khususnya saat proses produksi berlangsung dengan memperhatikan kinerja kerja, mesin dan metode kerja.
2. Penggunaan metode Six Sigma sebagai alat implementasi perbaikan dan penyelesaian masalah yang dapat digunakan sebagai alat yang efektif untuk menentukan strategi perbaikan perusahaan kedepannya dan pengambil keputusan dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Al Qur'an

- Ahyari, Agus. 1980. *Manajemen Produksi Perencanaan Sistem Produksi*, Yogyakarta:BPFE
- Amri, Sahrial. 2007. *Analisis Stabilitas Dan Kapabilitas Proses Spinning Benang Katun Dengan Metode Six Sigma*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Anonim. 2012. Definisi Kualitas Menurut Para Ahli. (*onlen*)
<http://definisipengertian.com/2012/pengertian-defiinisiukualitas-menurut-para-ahli/>
- Anonim. 2012. Pengendalian Kualitas. (*onlen*) [http://](http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2012/01/pengendalian-kualitas/)
<http://wartawarga.gunadarma.ac.id/2012/01/pengendalian-kualitas/>(13 Januari 20112
- Assauri, S. 1993. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Assauri, Sofyan. 1998. *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia.
- Departemen Tenaga Kerja RI. 1999. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor Kep51/Men/1999 tentang Nilai Ambang Batas Iklim Kerja Indeks Suhu Basah Dan Suhu Bola (ISSB), Jakarta.
- Dewi, Shanty Kusuma. 2012. Minimasi Defect Produk dengan Konsep Six Sigma. *Jurnal Teknik Industri*, Vol.13, No.1.
- Evans, J. R. Dan Lindsay, W. M. 2007. *Pengantar Six Sigma; An Introduction to Six Sigma and Process Improvement*. Jakarta: Penerbit Salemba Empat.
- Gaspersz, Vincent. 1997. *Manajemen Bisnis Total*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2001. *Statistical Process Control*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001 :2000, M BNQA, Dan HACCP*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

- Gaspersz, Vincent. 2005. *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Grandjean, E., "Fiting the Task To The Man" Text Book of Occupational Ergonomic 4 th Edition Taylor dan Franc Philadelphia, 1988.
- Harry dan Scroeder. 2000. Konsep Dasar Six Sigma. (onlen) <http://qualityengineering.wordpress.com/tag/konsep-six-sigma/>
- Indrayanto, Pandu. 2008. Peningkatan Kualitas Produk Dengan Menerapkan Metode DMAIC Six Sigma. (penelitian di CV. Ar- Ruzz Media Yogyakarta). Tugas Akhir pada Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Juran, J.M., dan Gryna, F.M. 1989. *Quality Control Hand Book*. Fourth Edition, McGraw Hill Book Company.
- Manggala, D. 2005. *Menerapkan Konsep Lean dan Six Sigma di Sektor Publik*. IPOMS News;etter, Vol 1/1/4-5 Agustus 2005.
- Oltavina, Rakhma, dan Siska Indrawati. 2008. "Penerapan Metode Six Sigma Dalam Pengendalian Kualitas Tekstil." Bandung: Universitas Gunadharma.
- Pande, P. S., Robert P., Neuman, Roland., R., Cavanagh. 2000. *The Six Sigma Ways Hows* GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance. New york, Mc Graw-Hill. Inc.
- Pande, P. S., Robert P., Neuman, Roland., R., Cavanagh. 2002. *The Six Sigma Way*. Andi, Yogyakarta.
- Pyzdek. 2002. *The Six Sigma HandBook*. Jakarta : PT. Salemba Empat Patria.
- Raharjo, Jani, Debora Anne Yang Aysia dan Susan Anitasari. 2008. Peningkatan Kualitas Melalui Implementasi Filosofi *Six sigma*. Surabaya: Universitas Kristen Petra.
- Stamatis, D.H., (1995). *Failure Mode and Effect Analysis FMEA From Theory to Execution*. Wisconsin: ASQC Quality Press.
- Suwandi. 2014. CTQ Tree. (onlen): <http://sixsigmaindonesia.com/ctq-tree/>
- Tague, N. R. 2005. *The Quality Toolbox*. Winconsin: ASQ Quality Press.
- Wahyunugraha, Weta Hary, Abdullah Alkaff dan Nurlita Gamayanti (2013). Analisis Keandalan Pada Boiler PLTU dengan Menggunaka Metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA). *Jurnal Teknik Pomits*, Vol. 1, No.1, 1-6.

Wulansari, Septia. 2013. "*Pengendalian Kualitas Produksi Kain Dengan Pendekatan Six Sigma.*" Perpustakaan FTI UII, Yogyakarta.

Wedgwood, I. 2006. *Lean Sigma: A practitioner's Guide*, Prentice Hall.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Luas Area dibawah Kurva Normal Standar Kumulatif Z

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

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

Formula yang digunakan: =normsdist(z-value)

Lampiran 2: Luas Area dibawah Kurva Normal Standar Kumulatif Z (Lanjutan)

z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,00	0,500000	0,503989	0,507978	0,511967	0,515953	0,519939	0,523922	0,527903	0,531881	0,535856
0,10	0,539828	0,543795	0,547758	0,551717	0,555670	0,559618	0,563559	0,567495	0,571424	0,575345
0,20	0,579260	0,583166	0,587064	0,590954	0,594835	0,598706	0,602568	0,606420	0,610261	0,614092
0,30	0,617911	0,621719	0,625516	0,629300	0,633072	0,636831	0,640576	0,644309	0,648027	0,651732
0,40	0,655422	0,659097	0,662757	0,666402	0,670031	0,673645	0,677242	0,680822	0,684386	0,687933
0,50	0,691462	0,694974	0,698468	0,701944	0,705402	0,708840	0,712260	0,715661	0,719043	0,722405
0,60	0,725747	0,729069	0,732371	0,735653	0,738914	0,742154	0,745373	0,748571	0,751748	0,754903
0,70	0,758036	0,761148	0,764238	0,767305	0,770350	0,773373	0,776373	0,779350	0,782305	0,785236
0,80	0,788145	0,791030	0,793892	0,796731	0,799546	0,802338	0,805106	0,807850	0,810570	0,813267
0,90	0,815940	0,818589	0,821214	0,823814	0,826391	0,828944	0,831472	0,833977	0,836457	0,838913
1,00	0,841345	0,843752	0,846136	0,848495	0,850830	0,853141	0,855428	0,857690	0,859929	0,862143
1,10	0,864334	0,866500	0,868643	0,870762	0,872857	0,874928	0,876976	0,878999	0,881000	0,882977
1,20	0,884930	0,886860	0,888767	0,890651	0,892512	0,894350	0,896165	0,897958	0,899727	0,901475
1,30	0,903199	0,904902	0,906582	0,908241	0,909877	0,911492	0,913085	0,914656	0,916207	0,917736
1,40	0,919243	0,920730	0,922196	0,923641	0,925066	0,926471	0,927855	0,929219	0,930563	0,931888
1,50	0,933193	0,934478	0,935744	0,936992	0,938220	0,939429	0,940620	0,941792	0,942947	0,944083
1,60	0,945201	0,946301	0,947384	0,948449	0,949497	0,950529	0,951543	0,952540	0,953521	0,954486
1,70	0,955435	0,956367	0,957284	0,958185	0,959071	0,959941	0,960796	0,961636	0,962462	0,963273
1,80	0,964070	0,964852	0,965621	0,966375	0,967116	0,967843	0,968557	0,969258	0,969946	0,970621
1,90	0,971284	0,971933	0,972571	0,973197	0,973810	0,974412	0,975002	0,975581	0,976148	0,976705
2,00	0,977250	0,977784	0,978308	0,978822	0,979325	0,979818	0,980301	0,980774	0,981237	0,981691
2,10	0,982136	0,982571	0,982997	0,983414	0,983823	0,984222	0,984614	0,984997	0,985371	0,985738
2,20	0,986097	0,986447	0,986791	0,987126	0,987455	0,987776	0,988089	0,988396	0,988696	0,988989
2,30	0,989276	0,989556	0,989830	0,990097	0,990358	0,990613	0,990863	0,991106	0,991344	0,991576
2,40	0,991802	0,992024	0,992240	0,992451	0,992656	0,992857	0,993053	0,993244	0,993431	0,993613
2,50	0,993790	0,993963	0,994132	0,994297	0,994457	0,994614	0,994766	0,994915	0,995060	0,995201
2,60	0,995339	0,995473	0,995603	0,995731	0,995855	0,995975	0,996093	0,996207	0,996319	0,996427
2,70	0,996533	0,996636	0,996736	0,996833	0,996928	0,997020	0,997110	0,997197	0,997282	0,997365
2,80	0,997445	0,997523	0,997599	0,997673	0,997744	0,997814	0,997882	0,997948	0,998012	0,998074
2,90	0,998134	0,998193	0,998250	0,998305	0,998359	0,998411	0,998462	0,998511	0,998559	0,998605
3,00	0,998650	0,998694	0,998736	0,998777	0,998817	0,998856	0,998893	0,998930	0,998965	0,998999
3,10	0,999032	0,999064	0,999096	0,999126	0,999155	0,999184	0,999211	0,999238	0,999264	0,999289
3,20	0,999313	0,999336	0,999359	0,999381	0,999402	0,999423	0,999443	0,999462	0,999481	0,999499
3,30	0,999517	0,999533	0,999550	0,999566	0,999581	0,999596	0,999610	0,999624	0,999638	0,999650
3,40	0,999663	0,999675	0,999687	0,999698	0,999709	0,999720	0,999730	0,999740	0,999749	0,999758
3,50	0,999767	0,999776	0,999784	0,999792	0,999800	0,999807	0,999815	0,999821	0,999828	0,999835
3,60	0,999841	0,999847	0,999853	0,999858	0,999864	0,999869	0,999874	0,999879	0,999883	0,999888
3,70	0,999892	0,999896	0,999900	0,999904	0,999908	0,999912	0,999915	0,999918	0,999922	0,999925
3,80	0,999928	0,999930	0,999933	0,999936	0,999938	0,999941	0,999943	0,999946	0,999948	0,999950
3,90	0,999952	0,999954	0,999956	0,999958	0,999959	0,999961	0,999963	0,999964	0,999966	0,999967
4,00	0,999968	0,999970	0,999971	0,999972	0,999973	0,999974	0,999975	0,999976	0,999977	0,999978
4,50	0,999997	0,999997	0,999997	0,999997	0,999997	0,999997	0,999997	0,999998	0,999998	0,999998
5,00	0,99999971									
5,50	0,99999998									
6,00	0,999999999									

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

Formula yang digunakan: =normsdist(z-value)

Lampiran 3: Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola

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

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

Lampiran 4: Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola (Lanjutan)

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

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

Lampiran 5: Konversi DPMO ke Nilai Sigma Berdasarkan Konsep Motorola (Lanjutan)

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

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

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

Lampiran 6: Daftar Nilai Kritis untuk Distribusi Khi-Kuadrat

Derajat Bebas (n)	Tingkat Signifikansi (α)											
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,90	0,80	0,20	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,000039	0,0002	0,0010	0,0039	0,0158	0,0642	1,6424	2,7055	3,8415	5,0239	6,6349	7,8794
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,1026	0,2107	0,4463	3,2189	4,6052	5,9915	7,3778	9,2104	12,8381
3	0,0717	0,1148	0,2158	0,3518	0,5844	1,0052	4,6416	6,2514	7,8147	9,3484	11,3449	14,8602
4	0,2070	0,2971	0,4844	0,7107	1,0636	1,6488	5,9886	7,7794	9,4877	11,1433	13,2767	16,7496
5	0,4118	0,5543	0,8312	1,1455	1,6103	2,3425	7,2893	9,2363	11,0705	12,8325	15,0863	20,2777
6	0,6757	0,8721	1,2373	1,6354	2,2041	3,0701	8,5581	10,6446	12,5916	14,4494	16,8119	21,9549
7	0,9893	1,2390	1,6899	2,1673	2,8331	3,8223	9,8032	12,0170	14,0671	16,0128	18,4753	23,5893
8	1,3444	1,6465	2,1797	2,7326	3,4895	4,5936	11,0301	13,3616	15,5073	17,5345	20,0902	26,7569
9	1,7349	2,0879	2,7004	3,3251	4,1682	5,3801	12,2421	14,6837	16,9190	19,0228	21,6660	28,2997
10	2,1558	2,5582	3,2470	3,9403	4,8652	6,1791	13,4420	15,9872	18,3070	20,4832	23,2093	29,8193
11	2,6032	3,0535	3,8157	4,5748	5,5778	6,9887	14,6314	17,2750	19,6752	21,9200	24,7250	31,3194
12	3,0738	3,5706	4,4038	5,2260	6,3038	7,8073	15,8120	18,5493	21,0261	23,3367	26,2170	32,8015
13	3,5650	4,1069	5,0087	5,8919	7,0415	8,6339	16,9848	19,8119	22,3620	24,7356	27,6882	34,2671
14	4,0747	4,6604	5,6287	6,5706	7,7895	9,4673	18,1508	21,0641	23,6848	26,1189	29,1412	37,1564
15	4,6009	5,2294	6,2621	7,2609	8,5468	10,3070	19,3107	22,3071	24,9958	27,4884	30,5780	38,5821
16	5,1422	5,8122	6,9077	7,9616	9,3122	11,1521	20,4651	23,5418	26,2962	28,8453	31,9999	39,9969
17	5,6973	6,4077	7,5642	8,6718	10,0852	12,0023	21,6146	24,7690	27,5871	30,1910	33,4087	41,4009
18	6,2648	7,0149	8,2307	9,3904	10,8649	12,8570	22,7595	25,9894	28,8693	31,5264	34,8052	42,7957
19	6,8439	7,6327	8,9065	10,1170	11,6509	13,7158	23,9004	27,2036	30,1435	32,8523	36,1908	44,1814
20	7,4338	8,2604	9,5908	10,8508	12,4426	14,5784	25,0375	28,4120	31,4104	34,1696	37,5663	46,9280
21	8,0336	8,8972	10,2829	11,5913	13,2396	15,4446	26,1711	29,6151	32,6706	35,4789	38,9322	48,2898
22	8,6427	9,5425	10,9823	12,3380	14,0415	16,3140	27,3015	30,8133	33,9245	36,7807	40,2894	49,6450
23	9,2604	10,1957	11,6885	13,0905	14,8480	17,1865	28,4288	32,0069	35,1725	38,0756	41,6383	50,9936
24	9,8862	10,8563	12,4011	13,8484	15,6587	18,0618	29,5533	33,1962	36,4150	39,3641	42,9798	52,3355
25	10,5196	11,5240	13,1197	14,6114	16,4734	18,9397	30,6752	34,3816	37,6525	40,6465	44,3140	53,6719
26	11,1602	12,1982	13,8439	15,3792	17,2919	19,8202	31,7946	35,5632	38,8851	41,9231	45,6416	55,0025
27	11,8077	12,8785	14,5734	16,1514	18,1139	20,7030	32,9117	36,7412	40,1133	43,1945	46,9628	56,3280
28	12,4613	13,5647	15,3079	16,9279	18,9392	21,5880	34,0266	37,9159	41,3372	44,4608	48,2782	58,9637
29	13,1211	14,2564	16,0471	17,7084	19,7677	22,4751	35,1394	39,0875	42,5569	45,7223	49,5878	60,2746
30	13,7867	14,9535	16,7908	18,4927	20,5992	23,3641	36,2502	40,2560	43,7730	46,9792	50,8922	61,5811
35	17,1917	18,5089	20,5694	22,4650	24,7966	27,8359	41,7780	46,0588	49,8018	53,2033	57,3420	68,0526
40	20,7066	22,1642	24,4331	26,5093	29,0505	32,3449	47,2685	51,8050	55,7585	59,3417	63,6908	75,7039
45	24,3110	25,9012	28,3662	30,6123	33,3504	36,8844	52,7288	57,5053	61,6562	65,4101	69,9569	82,0006
50	27,9908	29,7067	32,3574	34,7642	37,6886	41,4492	58,1638	63,1671	67,5048	71,4202	76,1538	89,4770
55	31,7349	33,5705	36,3981	38,9581	42,0596	46,0356	63,5772	68,7962	73,3115	77,3804	82,2920	95,6492
60	35,5344	37,4848	40,4817	43,1880	46,4589	50,6406	68,9721	74,3970	79,0820	83,2977	88,3794	101,7757
65	39,3832	41,4436	44,6030	47,4496	50,8829	55,2620	74,3506	79,9730	84,8206	89,1772	94,4220	109,0742
70	43,2753	45,4417	48,7575	51,7393	55,3289	59,8978	79,7147	85,5270	90,5313	95,0231	100,4251	115,1163
75	47,2061	49,4751	52,9419	56,0541	59,7946	64,5466	85,0658	91,0615	96,2167	100,8393	106,3929	122,3244
80	51,1719	53,5400	57,1532	60,3915	64,2778	69,2070	90,4053	96,5782	101,8795	106,6285	112,3288	128,2987
85	55,1695	57,6339	61,3888	64,7494	68,7771	73,8779	95,7343	102,0789	107,5217	112,3933	118,2356	134,2466
90	59,1963	61,7540	65,6466	69,1260	73,2911	78,5584	101,0537	107,5650	113,1452	118,1359	124,1162	141,3509
95	63,2495	65,8983	69,9249	73,5198	77,8184	83,2478	106,3643	113,0377	118,7516	123,8580	129,9725	147,2468
100	67,3275	70,0650	74,2219	77,9294	82,3581	87,9453	111,6667	118,4980	124,3421	129,5613	135,8069	153,1215

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


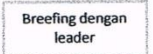
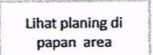
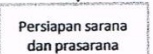
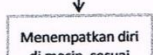
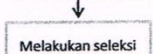

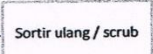
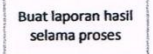
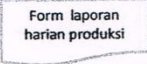
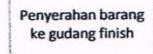
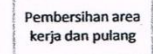
Catatan: formula yang digunakan = $\chi^2_{inv}(probability, deg_freedom)$

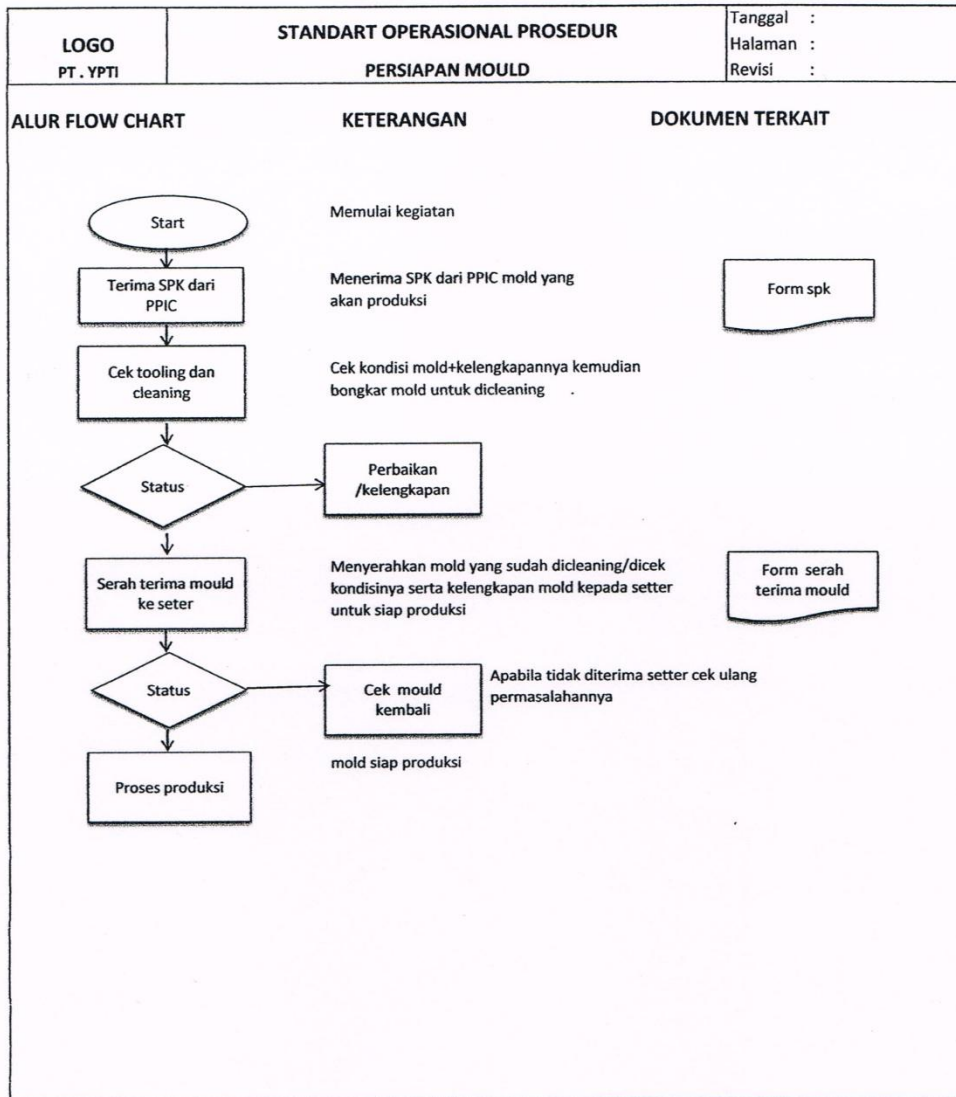
Lampiran 7: Nilai-nilai untuk Pendugaan Standar Deviasi (S)

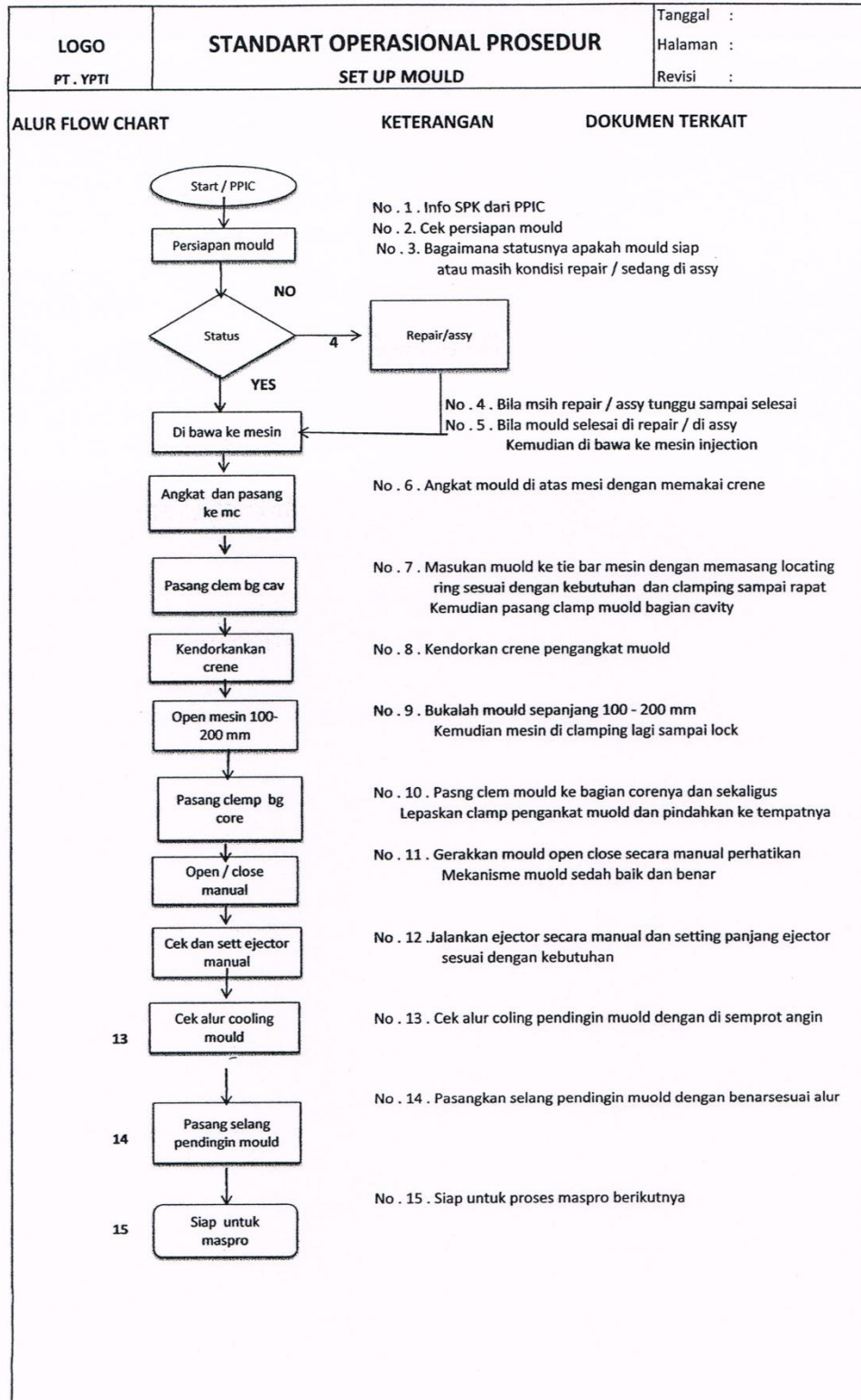
Sample Size = m	A_2	A_3	d_2	D_3	D_4	B_3	B_4
2	1.880	2.659	1.128	0	3.267	0	3.267
3	1.023	1.954	1.693	0	2.574	0	2.568
4	0.729	1.628	2.059	0	2.282	0	2.266
5	0.577	1.427	2.326	0	2.114	0	2.089
6	0.483	1.287	2.534	0	2.004	0.030	1.970
7	0.419	1.182	2.704	0.076	1.924	0.118	1.882
8	0.373	1.099	2.847	0.136	1.864	0.185	1.815
9	0.337	1.032	2.970	0.184	1.816	0.239	1.761
10	0.308	0.975	3.078	0.223	1.777	0.284	1.716
11	0.285	0.927	3.173	0.256	1.744	0.321	1.679
12	0.266	0.886	3.258	0.283	1.717	0.354	1.646
13	0.249	0.850	3.336	0.307	1.693	0.382	1.618
14	0.235	0.817	3.407	0.328	1.672	0.406	1.594
15	0.223	0.789	3.472	0.347	1.653	0.428	1.572
16	0.212	0.763	3.532	0.363	1.637	0.448	1.552
17	0.203	0.739	3.588	0.378	1.622	0.466	1.534
18	0.194	0.718	3.640	0.391	1.608	0.482	1.518
19	0.187	0.698	3.689	0.403	1.597	0.497	1.503
20	0.180	0.680	3.735	0.415	1.585	0.510	1.490
21	0.173	0.663	3.778	0.425	1.575	0.523	1.477
22	0.167	0.647	3.819	0.434	1.566	0.534	1.466
23	0.162	0.633	3.858	0.443	1.557	0.545	1.455
24	0.157	0.619	3.895	0.451	1.548	0.555	1.445
25	0.153	0.606	3.931	0.459	1.541	0.565	1.435

Lampiran 8: Produk *Cover Roof Rack*



LOGO PT . YPTI	STANDART OPERASIONAL PROSEDUR KERJA OPERATOR MESIN INJECTION	Tanggal : Halaman : Revisi :
ALUR FLOW CHART	KETERANGAN	DOKUMEN TERKAIT
	<p>Memulai kegiatan</p>	
	<p>Melakukan breffing sepuluh menit sebelum kerja di mulai Penyampaian informasi dari leader mengenai sesuatu yang berhubungan dengan pekerjaan</p>	
	<p>Melihat planing produksi yang berkaitan dengan order, serta mengetahui Kekurangan jumlah yang harus di produksi</p>	
	<p>Menyiapkan . Alat -alat pendukung seperti Label , kardus , plastik cuter , steples dll</p>	
	<p>Menempatkan diri sesuai jadwal / planing yang telah di tentukan</p>	
	<p>Melakukan seleksi produk , finishing , serta packing di area mesin</p>	
	<p>Di lakukan proses QC , Bila hasil seleksi dan finishing produk di nyatakan OK Maka proses selanjutnya membuat laporan barang hasil produksi dalam bentuk laporan harian Bila dinyatakan MG maka di lakukan sortir ulang /di cruser</p>	
		
		
	<p>Kemudian penyerahan barang hasil produksi yang OK ke bagian gudang barang jadi</p>	
		





LOGO PT . YPTI	STANDART OPERASIONAL PROSEDUR PERSIAPAN MATERIAL PRODUKSI
-------------------	--

ALUR FLOW CHART

KETERANGAN

DOKUMEN TERKAIT

