

**PENERAPAN METODE *DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL* (DMAIC) GUNA MENURUNKAN TINGKAT CACAT
PRODUK *PIPE INTAKE* N555R PADA PROSES *CASTING* DI PT XYZ**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Untuk Memenuhi Sebagian Syarat-Syarat Penyelesaian Program Studi
D-IV Teknik Industri Otomotif pada Politeknik STMI Jakarta

Oleh:

Nama : Halimatul Hafshah

NIM : 1213020



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
JAKARTA
2018**

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN

TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR:

PENERAPAN METODE *DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL* (DMAIC) GUNA MENURUNKAN TINGKAT CACAT PRODUK *PIPE INTAKE N555R* PADA PROSES *CASTING* DI PT XYZ

DISUSUN OLEH:

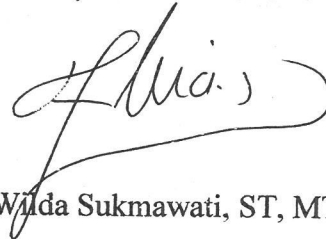
NAMA : HALIMATUL HAFSHAH

NIM : 12131020

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diajukan dan
Dipertahankan dalam Ujian Tugas Akhir
Politeknik STMI Jakarta

Jakarta, Januari 2018



(Wilda Sukmawati, ST, MT.)

NIP. 19760208.2006042.001

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR :

PENERAPAN METODE *DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL* (DMAIC) GUNA MENURUNKAN TINGKAT CACAT PRODUK *PIPE INTAKE N555R* PADA PROSES *CASTING* DI PT XYZ

DISUSUN OLEH :

NAMA : HALIMATUL HAFSHAH
NIM : 1213020
PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada hari Rabu, tanggal 01 Agustus 2018.

Jakarta, Agustus 2018

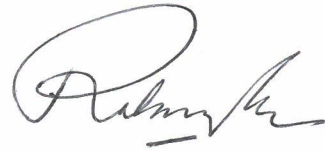
Dosen Penguji 1,



Irma Agustiningsih Imdam, S.ST., M.T.

NIP: 19720801.200312.2.002

Dosen Penguji 2,



Ir. M. Rahmatullah, M.B.A.

NIP: 19550407.198403.1.004

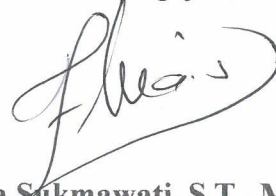
Dosen Penguji 3,



Juhari Mas'udi, M.Sc, M.M.

NIP: 19540410.198203.1.001

Dosen Penguji 4,



Wilda Sukmawati, S.T., M.T.

NIP: 19760208.200604.2.001

LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Halimatul Hafshah
 NIM : 1213020
 Judul TA : PENERAPAN METODE DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL (DMAIC) GUNA MENURUNKAN TINGKAT CACAT PRODUK PIPE INTAKE NSSR PADA PROSES CASTING DI PT XYZ

Pembimbing : Wilda Sukmawati, S.T., M.T.
 Asisten Pembimbing : _____

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
01-11-17	I	Perbaiki BAB I	WE
10-11-17	I, II, III	Perbaiki BAB I, II, dan III	WE
15-11-17	I, II, III	Perbaiki BAB I, II, dan III	WE
13-12-17	I, II, III	ACC BAB I, II, dan III	WE
04-01-18	IV	Perbaiki BAB IV	WE
10-01-18	IV, V	ACC BAB IV, Perbaiki BAB V	WE
15-01-18	V	Perbaiki BAB V	WE
23-01-18	V, VI	Perbaiki BAB V, BAB VI	WE
26-01-18	V, VI	ACC BAB V, VI	WE
30-01-18	I - VI	ACC BAB I - VI	WE

Mengetahui,
Ka Prodi

TLO

MUHAMMAD AGUS, S.M.

NIP : 19700829.200212.1.001

Pembimbing

Wilda Sukmawati, S.T., M.T.

NIP : 19760208.2006042.001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : HALIMATUL HAFSHAH

NIM : 1213020

Program Studi : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Berstatus sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Industri Otomotif Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI, dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang telah saya buat dengan judul: **“PENERAPAN METODE *DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL* (DMAIC) GUNA MENURUNKAN TINGKAT CACAT PRODUK *PIPE INTAKE N555R* PADA PROSES *CASTING* DI PT XYZ”**

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survey lapangan, asistensi dengan dosen pembimbing, serta buku-buku maupun jurnal ilmiah yang menjadi bahan acuan yang tertera dalam referensi karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya dan dicantumkan pada referensi karya Tugas Akhir ini.
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir ini.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan seperti diatas, maka saya bersedia menerima sanksi atas apa yang telah saya lakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jakarta, Januari 2018

Yang Membuat Pernyataan



(Halimatul Hafshah)

ABSTRAK

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri dan konstruksi. Bidang industri PT XYZ memiliki beberapa pabrik, diantaranya pabrik *Plastic, Pressing & Casting* (PPC). Ketiga pabrik tersebut menghasilkan produk otomotif maupun non otomotif. Salah satu produk otomotif yang dihasilkan pada *plant casting* di PT XYZ adalah *Pipe Intake* N555R. Produk ini merupakan sub komponen perakitan *Intake Manifold* pada mesin diesel truk model Y230, yang berfungsi untuk memasok udara ke silinder mesin diesel. Proses produksinya yaitu dengan proses pengecoran (*casting*) aluminium sebagai bahan baku utamanya. Masalah yang dialami perusahaan adalah persentase produk cacat yang dihasilkan masih tinggi yaitu sebesar 26%. Persentase ini masih melebihi standar yang ditetapkan perusahaan dimana standar perusahaan adalah 5%. Berdasarkan hal tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah meningkatkan kualitas produksi *Pipe Intake* N555R dengan mengurangi produk cacat yang dihasilkan menggunakan metode *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control* (DMAIC). Hasil dengan menggunakan metode ini yaitu terdapat 3 jenis cacat produk *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* yang terjadi saat penelitian. Cacat tersebut antara lain adalah keropos, misrun, dan kempot. Jenis cacat yang dominan adalah cacat keropos. Akar permasalahan cacat keropos yang didapat melalui analisis diagram *fishbone* antara lain yaitu *setting* temperatur di atas standar dan tidak adanya takaran *modifier*, tinggi saluran *overflow* terlalu rendah, cairan aluminium terkontaminasi gas hidrogen (H_2), dan operator tidak mengikuti SOP dalam bekerja. Langkah-langkah perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi cacat keropos adalah mengatur suhu menjadi $770^{\circ}C$ - $780^{\circ}C$ pada proses peleburan aluminium, membuat takaran *modifier* dengan isi sesuai kebutuhan, penutupan saluran *overflow* dengan *scrap*, melakukan proses *degassing* dan *fluxing*, dan melakukan *briefing* setiap sebelum melakukan kegiatan proses *casting*. Hasil dari perbaikan telah menunjukkan adanya penurunan DPMO dari 131.040 unit menjadi 54.440 unit, peningkatan level *sigma* dari 2,680 menjadi 3,196, dan menurunnya persentase cacat produk *Pipe Intake* pada proses *casting* dari 26,21% menjadi 10,88%.

Kata Kunci: DMAIC, *Pipe Intake* N555R, *Casting*, DPMO, *Level Sigma*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Praktik Kerja Lapangan ini dengan judul, **“PENERAPAN METODE *DEFINE, MEASURE, ANALYZE, IMPROVE, CONTROL* (DMAIC) GUNA MENURUNKAN TINGKAT CACAT PRODUK *PIPE INTAKE* N555R PADA PROSES *CASTING* DI PT XYZ”**. Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang tak terkira kepada orang tua, Alm. Bapak Ali Umar, Ibu Rumi yang tak henti-hentinya berdoa dan memotivasi untuk kemudahan dan kelancaran dalam penulisan Tugas Akhir ini. Kakak tercinta Abdul Mazid yang selalu mendoakan, memotivasi, yang tiada henti-hentinya memberikan dukungan dan semangat. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan pemenuhan salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi Diploma IV di Politeknik STMI Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, Program Studi Teknik Industri Otomotif.

Pada kesempatan ini penulis ingin mempersembahkan rasa terima kasih yang mendalam dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih penulis persembahkan terutama kepada:

- Bapak Dr. Mustofa, S.T, M.T selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Muhammad Agus, S.T, M.T selaku ketua program studi teknik industri otomotif yang telah memberi dedikasinya mengurus mahasiswa/i teknik industri otomotif.
- Ibu Wilda Sukmawati, S.T, M.T, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan petunjuk, serta saran dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.
- Bapak Agus Rufawan selaku pembimbing yang selalu memberikan ilmu dan saran selama penulis berada pada divisi *quality* di PT XYZ.

- Seluruh staf *Quality Control – Quality Assurance* (QA-QC), staf P4 dan operator yang berada dalam struktur organisasi PT XYZ yang bersedia menjawab pertanyaan-pertanyaan penulis dan semua ilmu yang diberikan di PT XYZ.
- Sahabat-sahabat yaitu Gracia Priscilla Angel, Dede Widyasari, Aminda Adhadiyanti, dan Fitri Yulia yang selalu menemani dan membantu dalam setiap kesempatan hingga dapat bersama-sama melakukan praktek kerja lapangan di PT WIKON.
- Keluarga IA21 tercinta yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis selama menulis laporan ini, dan selalu memberikan motivasi dan semangat moral yang tak pernah henti.
- Teman-teman tercinta di Politeknik STMI Jakarta terutama angkatan 2013 yang selalu kompak dalam memberikan informasi seputar praktek kerja lapangan.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak luput dari kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, penulis bersedia akan saran dan kritik yang membangun guna melengkapi laporan ini. Akhir kata, semoga praktik kerja lapangan dan laporan yang telah diselesaikan bermanfaat bagi semua pihak dan dapat dipergunakan semestinya.

Jakarta, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Kualitas.....	6
2.1.1 Definisi Kualitas	6
2.1.2 Dimensi Kualitas.....	7
2.1.3 Pengendalian Kualitas.....	7
2.1.4 Kegiatan Pengendalian Kualitas	9
2.1.5 Manfaat Pengendalian Kualitas	11
2.1.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas.....	11
2.1.7 Variasi	12
2.2 <i>Six Sigma</i>	14
2.2.1 Sejarah Perkembangan <i>Six Sigma</i>	14
2.2.2 Pengertian <i>Six Sigma</i>	15
2.2.3 Dasar <i>Six Sigma</i>	15
2.2.4 Keuntungan <i>Six Sigma</i>	18
2.2.5 Prinsip Kualitas dan <i>Six Sigma</i>	18
2.2.6 Strategi Penerapan <i>Six Sigma</i>	19

2.3 Model Perbaikan <i>Define-Measurement-Analyze-Improvement-Control</i> (DMAIC).....	20
2.3.1 Tahap <i>Define</i>	20
2.3.2 Tahap <i>Measure</i>	25
2.3.3 Tahap <i>Analyze</i>	29
2.3.4 Tahap <i>Improve</i>	31
2.3.5 Tahap <i>Control</i>	33
2.4 Keuntungan DMAIC	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Jenis dan Sumber Data	35
3.1.1 Jenis Data.....	35
3.1.2 Sumber Data	35
3.2 Metode Pengumpulan Data	36
3.3 Teknik Analisis.....	37
3.3.1 Studi Pendahuluan	37
3.3.2 Identifikasi Masalah.....	38
3.3.3 Perumusan Masalah	38
3.3.4 Tujuan Penelitian	38
3.3.5 Pengumpulan dan Pengolahan Data	38
3.3.6 Analisis dan Pembahasan	40
3.3.7 Kesimpulan dan Saran	41
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	44
4.1 Pengumpulan Data.....	44
4.1.1 Profil PT XYZ	44
4.1.2 Struktur Organisasi dan <i>Joba Description</i> Bagian <i>Quality</i> PT XYZ	47
4.1.3 Visi dan Misi PT XYZ.....	53
4.1.4 Peraturan Perusahaan.....	53
4.1.5 Budaya Perusahaan.....	54
4.1.6 Sistem Jam Kerja	55
4.1.7 Produk pada <i>Plant Casting</i> PT XYZ	55

4.1.8	Proses Produksi <i>Pipe Intake</i> pada <i>Plant Gravity Casting</i> ..	58
4.1.9	Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat <i>Plant Gravity Casting</i> Periode Maret 2017	65
4.1.10	Jenis Cacat <i>Pipe Intake</i> N555R pada Proses <i>Casting</i>	66
4.1.11	Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat <i>Pipe Intake</i> N555R.....	67
4.2	Pengolahan Data	68
4.2.1	Tahap <i>Define</i>	69
4.2.2	Tahap <i>Measure</i>	72
BAB V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	82
5.1	Analisis Diagram Pareto	82
5.2	Analisis Peta Kendali p	82
5.3	Analisis Diagram Sebab-Akibat (<i>Fishbone</i> Diagram)	83
5.4	Rencana Perbaikan	87
5.5	Implementasi Rencana Perbaikan.....	90
5.6	Tahap <i>Control</i>	92
5.6.1	Data Pengamatan Hasil Implementasi Perbaikan Kualitas pada Proses <i>Casting Pipe Intake</i> N555R Bulan Mei 2017.....	92
5.6.2	Perhitungan dan Pembuatan Peta Kendali p Setelah Perbaikan.....	93
5.6.3	Nilai DPMO dan Level Sigma Setelah Perbaikan	96
5.6.4	Perbandingan Nilai DPMO dan Level Sigma antara Sebelum dan Sesudah Perbaikan.....	98
5.6.5	Pembuatan Diagram Pareto Setelah Perbaikan	100
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	101
6.1	Kesimpulan.....	102
6.2	Saran.....	103
DAFTAR PUSTAKA		ix
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pergeseran Tingkat <i>Sigma</i> dalam Konsep <i>Six Sigma</i> Motorola	17
Gambar 2.2 Siklus DMAIC	20
Gambar 2.3 Lembar Pemeriksaan Produk Cacat	21
Gambar 2.4 Diagram SIPOC	22
Gambar 2.5 Simbol Bagian Aliran	23
Gambar 2.6 Bentuk Diagram Alir	23
Gambar 2.7 Diagram Pareto Kumulatif	25
Gambar 2.8 Peta Kendali p	28
Gambar 2.9 Diagram Sebab-Akibat Menurunnya Kepuasan Pelanggan	31
Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah.....	42
Gambar 4.1 Struktur Organisasi Baian Quality PT XYZ	48
Gambar 4.2 <i>Pipe Intake</i> N555R.....	56
Gambar 4.3 <i>Pipe Intake</i> N558R.....	56
Gambar 4.4 <i>Pipe Intake</i> N556R.....	56
Gambar 4.5 <i>Pipe Intake</i> N557AR.....	57
Gambar 4.6 <i>Pipe Intake</i> N728R.....	57
Gambar 4.7 <i>Gear Case Timing</i>	57
Gambar 4.8 <i>M Housing</i>	58
Gambar 4.9 Ruang Dapur Peleburan (<i>Melting</i>)	59
Gambar 4.10 Tungku <i>Holding</i>	59
Gambar 4.11 Ruang Proses <i>Gravity Casting</i>	60
Gambar 4.12 Ruang Proses Bongkar Core (<i>Hammer</i>).....	60
Gambar 4.13 Mesin <i>Bend Saw</i>	61
Gambar 4.14 Ruang Proses <i>Finishing Casting</i>	61
Gambar 4.15 Ruang <i>Sand Blasting</i>	62
Gambar 4.16 Ruang Proses <i>Machining</i>	63

Gambar 4.17 Ruang Proses Uji Kebocoran (<i>Leak Test</i>)	63
Gambar 4.18 Ruang Proses Pencucian dan Pembersihan (<i>Washing</i>)	64
Gambar 4.19 Ruang Proses Inspeksi Akhir (<i>Final Inspection</i>)	64
Gambar 4.20 Ruang Proses Pengemasan (<i>Packing</i>)	64
Gambar 4.21 Cacat Keropos	66
Gambar 4.22 Cacat Misrun	66
Gambar 4.23 Cacat Kempot	67
Gambar 4.24 Diagram Pareto Cacat <i>Pipe Intake</i> N555R pada Proses <i>Casting</i>	70
Gambar 4.25 Diagram SIPOC Proses <i>Casting Pipe Intake</i> N555R	71
Gambar 4.26 Diagram Alir <i>Pipe Intake</i> N555R pada Proses <i>Casting</i>	72
Gambar 4.27 Peta Kendali p Produksi <i>Pipe Intake</i> N555R pada Proses <i>Casting</i> ..	76
Gambar 4.28 Peta Kendali p Produksi <i>Pipe Intake</i> N555R pada Proses <i>Casting</i> Revisi Pertama	77
Gambar 4.29 Peta Kendali p Produksi <i>Pipe Intake</i> N555R pada Proses <i>Casting</i> Revisi Kedua	79
Gambar 5.1 Diagram <i>Fishbone</i> Cacat Keropos	84
Gambar 5.2 Takaran <i>Modifier</i> Sebelum <i>Improvement</i>	90
Gambar 5.3 Takaran <i>Modifier</i> Setelah <i>Improvement</i>	90
Gambar 5.4 Table Gas <i>Chlor</i>	90
Gambar 5.5 <i>Degasser</i> Berbentuk Tablet	91
Gambar 5.6 <i>Flux</i>	91
Gambar 5.7 Peta Kendali p Setelah Perbaikan	95
Gambar 5.8 Grafik perbandingan Nilai DPMO Sebelum dan Setelah Perbaikan	99
Gambar 5.9 Grafik perbandingan Level <i>Sigma</i> Sebelum dan Setelah Perbaikan	100
Gambar 5.10 Diagram Pareto Setelah Perbaikan	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Hasil 3,8 <i>Sigma</i> dan 6 <i>Sigma</i>	16
Tabel 2.2 Perbedaan <i>True 6 Sigma</i> dengan Motorolas's 6 <i>Sigma</i>	17
Tabel 2.3 Metode 5W + 1H untuk Tindakan Perbaikan	32
Tabel 4.1 Data Produksi dan Jumlah Cacat Hasil Produksi <i>Plant Gravity Casting</i> Bulan Maret 2017.....	65
Tabel 4.2 Data Produksi Proses <i>Casting Pipe Intake</i> N555R Beserta Data Jumlah dan Jenis Cacat pada Bulan Maret 2017.....	68
Tabel 4.3 <i>Critical to Quality</i>	73
Tabel 4.4 Perhitungan Batas Kendali Proses <i>Casting Pipe Intake</i> N555R	75
Tabel 4.5 Perhitungan Batas Kendali Proses <i>Casting Pipe Intake</i> N555R Revisi Pertama	76
Tabel 4.6 Perhitungan Batas Kendali Proses <i>Casting Pipe Intake</i> N555R Revisi Kedua	78
Tabel 5.1 Analisis 5W + 1H untuk Rencana Perbaikan Cacat Keropos	88
Tabel 5.2 Data Hasil Pengamatan pada Proses <i>Casting Pipe Intake</i> N555R Bulan Mei 2017.....	92
Tabel 5.3 Perhitungan Batas Kendali Proses <i>Casting Pipe Intake</i> N555R setelah Perbaikan	94
Tabel 5.4 Perhitungan Nilai DPMO dan Level <i>Sigma</i> Sebelum dan Sesudah Perbaikan	98

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri dan konstruksi. Bidang industri PT XYZ memiliki beberapa pabrik, diantaranya pabrik *Plastic, Pressing & Casting* (PPC). Ketiga pabrik tersebut menghasilkan produk otomotif maupun non otomotif. Diantara ketiga pabrik pada bidang industri PT XYZ, hasil produksi yang masih mengalami beberapa masalah yaitu pabrik *casting*, diantaranya adalah masih banyaknya produk hasil *casting* yang tidak sesuai spesifikasi. Salah satu produk yang dihasilkan pada *plant casting* di PT XYZ adalah *Pipe Intake* N555R. Produk ini merupakan sub komponen perakitan *Intake Manifold* pada mesin diesel truk model Y230, yang berfungsi untuk memasok udara ke silinder mesin diesel. Proses produksinya yaitu dengan proses pengecoran (*casting*) alumunium sebagai bahan baku utamanya. Dalam proses produksinya, kualitas merupakan salah satu indikator bagi perusahaan dalam upaya untuk memenuhi kepuasan pelanggan. Kepuasan pelanggan salah satunya dapat dinilai dari kesesuaian produk yang dikirim ke *customer* dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

PT ABC merupakan salah satu customer PT XYZ yang menggunakan produk *Pipe Intake* N555R. Standar kualitas PT ABC untuk produk ini salah satunya adalah melalui pemeriksaan secara visual seperti produk tidak keropos, misrun, kempot, dan retak. Hasil *casting* produk ini di perusahaan masih sering dijumpai cacat, dapat dilihat dari persentase cacat saat ini berada diangka 26%, sedangkan standar persentase cacat perusahaan adalah 5%.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu dilakukan penelitian pada saat kegiatan produksi, untuk mengetahui sebab-sebab terjadinya temuan dari produk yang dihasilkan. Salah satu metode yang digunakan untuk memperkecil cacat hasil produksi adalah dengan metode *six sigma* melalui tahap *Define, Measure, Analyze, Improve and Control* (DMAIC). Metode ini dipilih karena merupakan metode sistematis yang menggunakan pengumpulan data, pengukuran

kinerja proses, dan analisis untuk menentukan penyebab terjadinya variasi dalam suatu proses dan tindakan yang dapat dilakukan untuk menghilangkan variasi tersebut.

Dengan mengaplikasikan metode tersebut maka dapat memberikan banyak manfaat bagi perusahaan, antara lain peningkatan produktivitas melalui pengurangan produk cacat serta dapat mengetahui penyebab–penyebab kegagalan yang terdapat pada proses produksi *Pipe Intake* N555R serta dampak dari kegagalan tersebut.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka beberapa masalah yang dihadapi saat ini adalah produk Not Good (NG) yang masih sering ditemukan. Maka rumusan permasalahannya adalah sebagai berikut:

1. Apa saja jenis cacat pada *Pipe Intake* N555R?
2. Apa yang menjadi akar permasalahan dari faktor penyebab cacat pada *Pipe Intake* N555R?
3. Bagaimana tindakan perbaikan untuk mengurangi cacat produk *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* menggunakan pendekatan DMAIC?
4. Berapa persentase cacat produk *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* sebelum dan setelah dilakukan perbaikan?
5. Berapa nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan level *sigma* sebelum dan setelah dilakukan perbaikan?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang sudah dijabarkan sebelumnya, maka dapat ditetapkan tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menentukan jenis cacat pada *Pipe Intake* N555R.
2. Menentukan akar permasalahan dari faktor penyebab cacat pada *Pipe Intake* N555R.

3. Menentukan tindakan perbaikan untuk mengurangi cacat produk *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* menggunakan pendekatan DMAIC.
4. Menghasilkan persentase cacat produk *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan.
5. Menghasilkan nilai *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan level *sigma* perusahaan sebelum dan setelah dilakukan tindakan perbaikan.

1.4. Batasan Masalah

Mengingat luasnya bidang pada penelitian ini, keterbatasan kemampuan penulis dan waktu yang tersedia, maka dalam penelitian ini diberikan batasan sebagai berikut:

1. Penelitian tidak membahas mengenai biaya-biaya.
2. Penelitian dilakukan pada proses *casting* pembuatan produk *Pipe Intake* N555R.
3. Penelitian tidak membahas kandungan material atau senyawa kimia yang digunakan dalam proses pembuatan produk *Pipe Intake* N555R.
4. Data yang dikumpulkan adalah data produksi *Pipe Intake* N555R pada bulan Maret 2017.
5. Penelitian dilakukan melalui tahap-tahap implementasi peningkatan kualitas *six sigma* yang terdiri dari lima fase yaitu *define*, *measure*, *analyse*, *improve* dan *control*.
6. *Tools* yang digunakan dalam metode DMAIC yaitu diagram Pareto untuk mengelompokkan jenis kerusakan yang terjadi, peta kendali P untuk data atribut, diagram *fishbone* untuk mencari akar permasalahan, 5W + 1H untuk menentukan tindakan perbaikan yang diperlukan.

1.5. Manfaat Penelitian

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

1. Bagi perusahaan

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan dalam pengambilan kebijakan perusahaan, dalam menentukan strategi serta pengendalian kualitas pada masa yang akan datang sebagai upaya peningkatan kualitas.

2. Bagi penulis

Hasil ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai penting pelaksanaan pengendalian kualitas dalam perusahaan. Selain penelitian ini dapat memberikan pengalaman dalam mengumpulkan, menganalisis data, serta menarik kesimpulan berdasarkan teori-teori yang diperoleh selama masa kuliah.

3. Bagi pihak lain

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

1.6. Sistematika Penulisan

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

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah, permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, manfaat tugas akhir, serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang teori-teori yang berhubungan dengan pokok permasalahan dan tujuan penelitian dan digunakan sebagai landasan teori dalam menyusun tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi langkah-langkah sistematis yang ditempuh untuk memecahkan masalah agar penelitian yang dilakukan lebih terarah. Langkah-langkah tersebut terdiri dari studi pendahuluan dan studi pustaka, identifikasi masalah, perumusan masalah, tujuan

penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan, kesimpulan dan saran.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini berisi data-data yang diperoleh dari wawancara dan pengamatan. Data berupa dokumen perusahaan yang sudah ada, terdiri dari sejarah umum perusahaan, struktur organisasi, data jenis cacat dan pengolahan data.

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan analisis dan pembahasan dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil analisis dan penyampaian saran bagi perusahaan dalam mengatasi masalah yang akan dihadapi di masa mendatang.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kualitas

Teori-teori yang berkaitan dengan kualitas antara lain adalah definisi kualitas, dimensi kualitas, pengendalian kualitas, manfaat pengendalian kualitas, faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas serta variasi.

2.1.1 Definisi Kualitas

Istilah kualitas merupakan istilah yang dipergunakan untuk menilai baik atau tidaknya suatu barang atau jasa. Barang/jasa yang baik menurut penggunaannya kerap kali disebut berkualitas. Begitupun sebaliknya, pengguna akan menilai suatu produk tidak berkualitas apabila tidak sesuai dengan keinginan dan harapannya. Dengan demikian kualitas identik dengan barang/jasa yang dapat memenuhi kepuasan konsumen sebagai penggunaannya.

Dalam dunia industri, kualitas barang yang dihasilkan merupakan faktor kunci yang membawa keberhasilan bisnis dan peningkatan posisi bersaing. Untuk menjaga eksistensi suatu produk di pasar, suatu perusahaan perlu memperhatikan kualitas produknya, kini diberbagai industri berupaya untuk menjaga kualitas produknya. Perhatian penuh terhadap kualitas akan memberikan dampak langsung kepada perusahaan berupa kepuasan pelanggan (Irwan dan Haryono, 2015).

Pengertian kualitas memiliki makna yang berbeda bagi setiap orang tergantung dari konteksnya. Berbagai pengertian kualitas menurut para ahli antara lain:

1. Kualitas menurut Crosby dalam Gasperz (2002):

“Kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability*, *delivery*, *realibility*, *maintainability*, dan *cost effectiveness*.”

2. Kualitas menurut Gazperz (2002):

“Kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan pasar.”

3. Kualitas menurut Feigenbaum (1996):

“Kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi; *marketing, engineering, manufacture, dan maintenance*, dimana produk dan jasa tersebut pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan.”

4. Kualitas menurut Juran dalam Gasperz, (2002):

“Kualitas adalah kecocokan penggunaan produk untuk memenuhi kebutuhan dan harapan pelanggan.”

2.1.2 Dimensi Kualitas

Ada beberapa dimensi kualitas untuk industri manufaktur dan jasa. Dimensi ini digunakan untuk melihat dari sisi manakah kualitas dinilai. Menurut Ariani (2004), kedelapan dimensi tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Performance*, yaitu kesesuaian produk dengan fungsi utama produk itu sendiri atau karakteristik operasi dari suatu produk.
2. *Feature*, yaitu ciri khas produk yang membedakan dari produk lain yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan.
3. *Realibility*, yaitu kepercayaan pelanggan terhadap produk karena kehandalannya atau karena kemungkinan kerusakan yang rendah.
4. *Conformance*, yaitu kesesuaian produk dengan syarat atau ukuran tertentu sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standar-standar yang telah ditetapkan.
5. *Durability*, yaitu tingkat ketahanan produk atau lama umur produk.
6. *Serviceability*, yaitu kemudahan produk itu bila akan diperbaiki atau kemudian memperoleh komponen produk tersebut.
7. *Aesthetic*, yaitu keindahan atau daya tarik produk tersebut.
8. *Perception*, yaitu fanatisme konsumen akan merek suatu produk tertentu karena citra atau reputasi produk itu sendiri.

2.1.3 Pengendalian Kualitas

Wignjosoebroto (2003) menjelaskan bahwa pengendalian kualitas adalah suatu sistem verifikasi dan penjagaan/perawatan dari suatu tingkatan/derajat kualitas produk atau proses yang dikehendaki dengan cara perencanaan yang

seksama, pemakaian peralatan yang sesuai, inspeksi yang terus menerus, serta tindakan korektif bilamana diperlukan. Dengan demikian hasil yang diperoleh dari kegiatan pengendalian kualitas ini benar-benar bisa memenuhi standar-standar yang telah direncanakan/ditetapkan.

Pengertian pengendalian kualitas tidaklah berarti sama dengan kegiatan "*inspeksi*". Dengan inspeksi-kegiatan ini sendiri sebenarnya justru merupakan bagian dari kegiatan untuk mengendalikan kualitas produk atau proses, maka yang dimaksudkan adalah sekedar menentukan apakah produk/proses baik (*accept*) atau rusak (*reject*). Ada beberapa pendapat ahli yang mendefinisikan istilah pengendalian kualitas, diantaranya yaitu :

1. Feigenbaum (1996) menyatakan:

“Pengendalian kualitas adalah tindakan yang perlu dilakukan untuk menjamin tercapainya tujuan dengan mengadakan pemeriksaan yang dimulai dari bahan mentah sampai bahan jadi sehingga sesuai dengan apa yang diharapkan.”

2. Besterfield (2003)

Mendefinisikan pengendalian kualitas sebagai suatu proses yang teratur terhadap kegiatan-kegiatan untuk mengukur performansi standar dan berusaha melakukan tindakan perbaikan.

3. Gasperz (2002) menyatakan:

“Pengendalian kualitas merupakan aktivitas-aktivitas teknik dan manajemen, dimana kita mengukur karakteristik dari produk, kemudian membandingkan hasil pengukuran itu dengan spesifikasi produk yang diinginkan pelanggan serta mengambil tindakan perbaikan yang tepat apabila ditemukan perbedaan antara performansi aktual dengan standar.”

Tugas dari pengendalian kualitas ialah melakukan pengawasan terhadap kemungkinan terjadinya penyimpangan-penyimpangan dalam suatu proses produksi, sehingga proses produksi dapat berjalan lancar sebagaimana mestinya dan pada akhirnya dapat menghasilkan produk yang mempunyai tingkat kualitas sesuai rencana yang ditetapkan. Agar tugas tersebut dapat tercapai, pengendalian kualitas dibedakan menjadi tiga fungsi (Feingenbaum, 1996):

1. Inspeksi

Fungsi yang mengadakan pemeriksaan pada penerimaan produk dibeli oleh perusahaan. Dalam pemeriksaan ini yang harus disesuaikan ialah antara spesifikasi produk yang diterima dengan produk yang telah dipesan sebelumnya.

2. Kontrol

Fungsi yang menekankan untuk dapat terjadinya kerusakan. Sasaran utama yang dituju ialah mengusahakan agar penyimpangan atau kesalahan yang terjadi dari yang telah direncanakan dapat dicegah, sehingga proses dapat lebih terkontrol.

3. Keterandalan

Fungsi yang mengadakan penilaian terhadap usaha pengendalian kualitas yang menyeluruh untuk menjamin keterandalan produk. Sistem pengendalian kualitas diarahkan pada adanya suatu kepastian sebagian jaminan bahwa yang diterima konsumen sudah sesuai spesifikasinya dengan permintaannya serta tidak ada produk yang rusak.

Pengendalian kualitas memiliki tujuan-tujuan, antara lain:

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

2.1.4 Kegiatan Pengendalian Kualitas

Menurut Wignjosoebroto (2003), kegiatan pengendalian kualitas selain berkepentingan dengan upaya untuk menemukan kesalahan, kerusakan, atau ketidaksesuaian suatu produk/proses dalam memenuhi fungsi yang diharapkan juga mencoba menemukan sebab musabab terjadinya kesalahan tersebut dan kemudian memberikan alternatif-alternatif menyelesaikan masalah yang timbul.

Kegiatan pengendalian kualitas pada dasarnya akan merupakan keseluruhan kumpulan aktifitas dimana kita berusaha untuk mencapai kondisi "*fitness for use*" tidak peduli dimana aktifitas tersebut akan dilaksanakan yaitu mulai pada saat produk dirancang, diproses, sampai selesai dan

didistribusikan ke konsumen. Aktivitas pengendalian kualitas umumnya akan meliputi kegiatan-kegiatan:

1. Pengamatan terhadap performans produk atau proses.
2. Membandingkan performans yang ditampilkan dengan standar–standar yang berlaku.
3. Mengambil tindakan apabila terdapat penyimpangan penyimpangan yang cukup signifikan (*accept or reject*) dan apabila perlu dibuat tindakan untuk mengoreksinya.

Selanjutnya parameter-parameter yang menentukan suatu produk harus mampu memenuhi konsep "*fitness for use*" ada dua macam yaitu parameter kualitas desain (*quality of design*) dan parameter kualitas kesesuaian (*quality of conformance*).

Kualitas desain/rancangan adalah derajat dimana kelas atau kategori dari suatu produk akan mampu memberikan kepuasan kepada konsumen. Dua atau lebih produk meskipun memiliki fungsi yang sama, bisa saja memberikan derajat kepuasan yang berbeda karena adanya perbedaan kualitas dalam rancangannya. Kualitas desain/rancangan secara umum akan banyak dipengaruhi oleh tiga faktor yaitu: aplikasi penggunaan, pertimbangan biaya, dan kebutuhan/permintaan pasar.

Kualitas kesesuaian/kesamaan menghasilkan suatu produk yang dibuat sedemikian rupa sehingga bisa sesuai (*conform*) dan memenuhi spesifikasi, standar, dan kriteria standar kerja lainnya yang telah disepakati.

Kualitas kesesuaian ini akan berkaitan dengan tiga macam bentuk pengendalian sebagai berikut:

1. Pencegahan cacat (*defect prevention*)

Yaitu mencegah kerusakan atau cacat sebelum benar–benar terjadi. Pencegahan cacat akan meminimalisir kerugian yang ditanggung akibat cacat yang terjadi

2. Mencari kerusakan, kesalahan atau cacat (*defect finding*)

Aplikasi dan pemakaian metode–metode yang spesifik untuk proses inspeksi, pengujian, analisis statistik, dan lain–lain. Proses untuk mencari penyimpangan–penyimpangan terhadap tolok ukur atau standar yang telah ditetapkan.

3. Analisa dan tindakan koreksi (*defect analysis & correction*)

Menganalisa kesalahan-kesalahan yang terjadi dan melakukan koreksi–koreksi terhadap penyimpangan tersebut (Wignjosoebroto, 2003).

2.1.5 Manfaat Pengendalian Kualitas

Manfaat dari pengendalian kualitas adalah (Evans dan Lindsay, 2007):

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

2.1.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas

Kualitas ditentukan oleh beberapa faktor. Rincian mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas adalah sebagai berikut (Ariani, 2004):

1. Fungsi suatu produk

Produk dikatakan berkualitas bila produk tersebut dapat memenuhi fungsi untuk apa barang tersebut dibuat. Kualitas yang hendak dicapai sesuai dengan fungsi untuk apa produk tersebut digunakan atau dibutuhkan tercermin pada spesifikasi dari produk tersebut seperti kecepatan, tahan lama, kegunaannya, mudah atau tidaknya perawatan produk tersebut.

2. Wujud luar

Salah satu faktor yang penting dan sering digunakan oleh konsumen dalam melihat suatu produk berkualitas atau tidak adalah wujud luar produk tersebut. Faktor luar yang dimaksud adalah bentuk, warna, desain produk.

3. Biaya produk

Produk yang berkualitas bagus identik dengan harga produk yang mahal, hal ini dikarenakan adanya anggapan bahwa untuk mendapatkan kualitas yang baik dibutuhkan biaya yang lebih mahal. Namun, tidak selamanya biaya suatu produk dapat menentukan kualitas produk tersebut karena adanya efisiensi dalam menghasilkan produk tersebut dan tingginya tingkat keuntungan yang diambil produk tersebut.

4. Proses pembuatan

Untuk mendapatkan kualitas produk yang baik, maka harus diperhatikan proses pembuatan dari barang tersebut, menyangkut waktu pengerjaannya, peralatan dan perlengkapan yang lebih baik, dan pekerja-pekerja yang lebih ahli.

2.1.7 Variasi

Variasi merupakan perubahan atau fluktuasi dari sebuah karakteristik khusus yang menentukan seberapa stabil sebuah proses. Variasi dipengaruhi oleh lingkungan, orang, mesin, metode atau prosedur, pengukurang, dan bahan mentah (Pande dkk, 2002).

Gaspersz (2002) mendefinisikan variasi sebagai kecenderungan dalam sistem produksi atau operasional sehingga perbedaan dalam kualitas pada *output* (barang atau jasa yang dihasilkan). Pada dasarnya dikenal dua sumber atau penyebab timbulnya variasi, yaitu variasi penyebab khusus dan variasi umum. Gaspersz (2002) menjelaskan lebih lanjut tentang jenis variasi tersebut sebagai berikut:

1. Variasi Penyebab Khusus (*Special Causes of Variation*)

Variasi penyebab khusus adalah kejadian-kejadian di luar sistem yang mempengaruhi variasi dalam sistem. Penyebab khusus dapat bersumber dari manusia, material, lingkungan, metode kerja, dan lain-lain. Penyebab khusus ini mengambil pola-pola non acak sehingga dapat diidentifikasi/ditemukan, sebab mereka tidak selalu aktif dalam proses tetapi memiliki pengaruh yang lebih kuat pada proses sehingga menimbulkan variasi. Dalam konteks pengendalian proses statistikal menggunakan peta kendali (*control chart*), jenis

variasi ini sering ditandai dengan titik titik pengamatan yang melewati atau keluar dari batas-batas pengendalian yang didefinisikan (*defined control limit*).

2. Variasi Penyebab Umum (*Common Causes of Variation*)

Variasi penyebab umum adalah faktor-faktor didalam sistem atau yang melekat pada proses yang menyebabkan timbulnya variasi dalam sistem serta hasil-hasilnya. Penyebab umum sering disebut juga penyebab acak (*random causes*) atau penyebab sistem (*system causes*). Karena penyebab umum ini selalu melekat pada sistem, untuk menghilangkannya harus menelusuri elemen-elemen dalam sistem itu dan hanya pihak manajemen yang dapat memperbaikinya, karena pihak manajemen yang mengendalikan sistem itu. Dalam konteks pengendalian proses statistical dengan menggunakan peta-peta kendali, jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang berada dalam batas-batas pengendalian yang didefinisikan.

Shewhart (1931, 1980) dalam Pyzdek (2002) mendefinisikan kontrol sebagai suatu fenomena dikatakan terkontrol ketika melalui penggunaan pengalaman masa lampau, kita dapat memprediksi, dalam batasan, bagaimana fenomena mungkin diharapkan untuk berbeda di masa mendatang. Prediksi dalam batas berarti kita dapat menyatakan, kira-kira probabilitas bahwa fenomena yang diamati akan jatuh dalam batas tertentu. Titik kritis dalam definisi tersebut adalah bahwa kontrol tidak didefinisikan sebagai ketidakhadiran sama sekali dari variasi. Kontrol semata-mata suatu keadaan semua variasi adalah variasi yang dapat diprediksi. Dalam semua bentuk prediksi terdapat elemen kesempatan, maksudnya adalah setiap penyebab acak yang tidak diketahui dari variasi akan disebut sebagai penyebab umum (*common cause*).

Menurut Shewhart dalam Pyzdek (2002), tidak semua fenomena muncul dari sistem konstan dari penyebab umum. Kadang-kadang, variasi disebabkan disebabkan oleh sumber variasi yang bukan merupakan bagian dari sistem konstan. Sumber variasi ini disebut penyebab yang dapat ditentukan (*assignable causes*).

Huruf kecil "*sigma*" dalam alphabet Yunani (σ) merupakan sebuah simbol yang digunakan dalam notasi statistik untuk menunjukkan standar deviasi dari sebuah populasi. Deviasi standar disebut dalam istilah statistik merupakan jumlah

indikator jumlah “variasi” atau inkonsistensi di semua kelompok proses. Variasi tidak dapat dihilangkan namun variasi dapat dikurangi dengan cara mereduksi segala sumber yang menjadi penyebab variasi tersebut muncul (Pande dkk, 2002).

2.2 Six Sigma

Hal-hal yang berkaitan dengan *six sigma* antara lain adalah sejarah perkembangan *six sigma*, pengertian *six sigma*, dasar *six sigma* dan pergeserannya, keuntungan *six sigma*, prinsip kualitas dan *six sigma*, serta strategi penerapan *six sigma*.

2.2.1 Sejarah Perkembangan Six Sigma

Six Sigma Motorola merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Banyak ahli manajemen kualitas menyatakan bahwa metode *Six Sigma* Motorola dikembangkan dan diterima secara luas oleh dunia industri, karena manajemen industri frustrasi terhadap sistem-sistem manajemen kualitas yang ada, yang tidak mampu melakukan peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Banyak sistem manajemen kualitas, seperti *Malcolm Baldrige National Quality Award* (MBNQA), ISO 9000, dan lain-lain, hanya menekankan pada upaya peningkatan terus-menerus berdasarkan kesadaran mandiri dari manajemen, tanpa memberikan solusi ampuh bagaimana terobosan-terobosan seharusnya dilakukan untuk menghasilkan peningkatan kualitas secara dramatik menuju tingkat kegagalan nol. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *six sigma* Motorola mampu menjawab tantangan ini, dan terbukti perusahaan Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *Six Sigma* telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 *Defect Per Millon Opportunities* (DPMO) (Gasperz, 2002).

Setelah Motorola memenangkan penghargaan MBNQA pada tahun 1988, maka rahasia kesuksesan mereka menjadi pengetahuan publik, dan sejak saat itu program *six sigma* yang diterapkan Motorola menjadi sangat terkenal di Amerika Serikat. Dalam suatu seminar sehari tentang “Aplikasi *Six Sigma* Untuk Pengukuran Kinerja Manajemen” di PT Astra International, Tbk. Pada tanggal 14 Desember

2000, diketahui bahwa manajemen Astra sangat antusias dan berkeinginan untuk menerapkan prinsip-prinsip *Six Sigma* (Gasperz, 2002).

2.2.2 Pengertian *Six Sigma*

Beberapa pengertian *Six Sigma*, adalah sebagai berikut:

1. *Six sigma* merupakan suatu visi peningkatan kualitas menuju target 3,4 DPMO untuk setiap transaksi produk (barang dan/atau jasa), upaya giat menuju kesempurnaan (*zero defect*-kegagalan nol) (Gasperz, 2002).
2. *Six sigma* adalah sebuah sistem yang komprehensif dan fleksibel untuk mencapai, mempertahankan dan memaksimalkan sukses bisnis. *Six sigma* secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap fakta, data dan analisis statistik, serta perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki dan menanamkan kembali proses bisnis (Pande dkk, 2002).

Six Sigma dapat didefinisikan dalam berbagai cara. *Six Sigma* adalah mengukur proses, tujuan mendekati sempurna, disajikan dengan 3,4 DPMO sebuah pendekatan untuk mengubah budaya organisasi. Sekalipun demikian, yang paling tepat, *Six Sigma* didefinisikan sebagai sebuah sistem yang luas dan komprehensif untuk membangun dan menopang kinerja, sukses, dan kepemimpinan bisnis (Pande dkk, 2002).

2.2.3 Dasar *Six Sigma*

Menurut Gaspersz, (2002), ada enam aspek yang perlu di perhatikan dalam penerapan konsep *Six Sigma* di bidang manufaktur, yaitu:

1. Identifikasi karakteristik produk yang akan memenuhi kebutuhan pelanggan (sesuai kebutuhan dan ekspektasi pelanggan).
2. Mengklarifikasikan karakteristik kualitas yang akan dianggap sebagai *Critical to Quality* (CTQ).
3. Menentukan apakah setiap CTQ itu dapat di kendalikan melalui pengendalian material, mesin, proses, dan lain-lain.
4. Menentukan batas maksimum toleransi untuk setiap CTQ sesuai yang di inginkan pelanggan (menentukan nilai *Upper Specification Limit* dan *Lower Specification Limit* dari setiap CTQ).

5. Menentukan maksimum variasi proses untuk setiap CTQ (menentukan nilai maksimum standar deviasi untuk setiap CTQ).
6. Mengubah desain produk atau proses sedemikian rupa agar mampu mencapai nilai target *Six Sigma* yang berarti memiliki indeks kemampuan proses, C_p minimum sama dengan dua ($C_p \geq 2$) atau 3,4 DPMO.

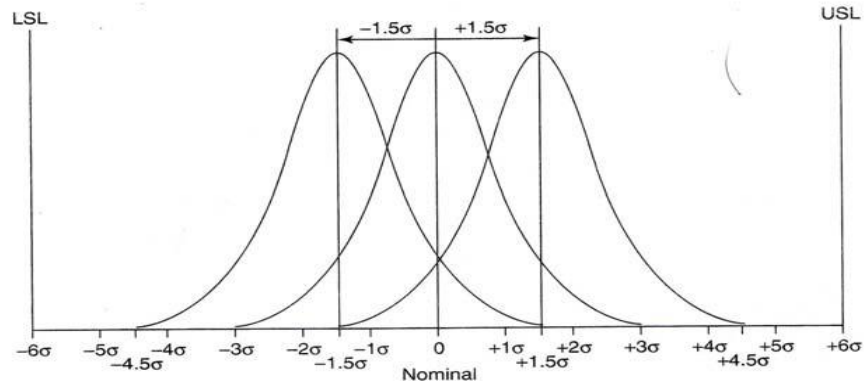
Sigma adalah cara untuk menentukan atau bahkan memprediksikan kesalahan atau cacat dalam proses, baik untuk proses manufaktur atau pengiriman sebuah pelayanan. Jika perusahaan sudah mencapai level 6 *Sigma* berarti dalam proses mempunyai peluang untuk *defect* atau melakukan kesalahan sebanyak 3,4 kali dari satu juta kemungkinan (*opportunity*). Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan membandingkan nilai *Sigma*, didapatkan perbandingan sebagai berikut (Ariani, 2004):

Tabel 2.1 Perbandingan Hasil 3,8 *Sigma* dan 6 *Sigma*

Pencapaian Tujuan-Apa yang telah anda dapatkan		
Sampel	3,8 <i>Sigma</i>	6 <i>Sigma</i>
Untuk setiap 300.000 surat yang diantar	3.000 salah kirim	1 salah kirim
Melakukan 500.000 kali <i>restart</i> komputer	4.100 berbenturan	< 2 berbenturan
Untuk 500 tahun dari tutup buku akhir tahun	60 bulan tidak Seimbang	0.018 bulan tidak Seimbang
Untuk setiap minggu penyiaran TV (<i>per channel</i>)	1,68 jam gagal Mengudara	1,8 detik gagal Mengudara

(Sumber: Ariani, 2004)

Proses *Six Sigma* Motorola berdasarkan pada distribusi normal yang mengizinkan pergeseran 1,5 *Sig Sigma* dari nilai target. Konsep *Six Sigma* menurut Motorola ini berbeda dengan konsep distribusi normal yang tidak memberikan kelonggaran akan pergeseran. Nilai pergeseran 1,5 *Sigma* ini diperoleh dari hasil penelitian Motorola atau proses atau sistem industri., dimana menurut hasil penelitian bahwa sebagus-bagusnya suatu proses industri (khususnya *mass production*) tidak akan 100% berada pada suatu titik nilai target tapi akan ada pergeseran sebesar rata-rata 1,5 *Sigma* dari nilai tersebut (Ariani, 2004). Pergeseran tingkat *sigma* dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pergeseran Tingkat *Sigma* Dalam Konsep *Six Sigma* Motorola
(Sumber : Ariani, 2004)

Pada rata-rata proses umumnya dapat menyimpang sebesar $1,5 \sigma$ dalam asumsi normalitas. Apabila rata-rata proses menyimpang sejauh $1,5 \sigma$ ke kanan, maka level *Sigma* dari proses akan sebesar $4,5 \sigma$ dan arah yang berlawanan akan menghasilkan $7,5 \sigma$. Secara umum apabila proyek *Six Sigma* dijalankan dengan baik dan konsisten dalam jangka panjang, maka pergeseran $1,5 \sigma$ adalah satu ketentuan yang dapat dimaklumi. Jadi, dalam implementasi jangka panjang yang dimaksud dengan ‘*Six Sigma*’ adalah asumsi pergeseran $1,5 \sigma$ pada rata-rata proses dari target yang telah ditetapkan. Adapun DPMO yang dihasilkan untuk tingkat pengelolaan *Six Sigma* ini adalah sebesar 3,4 PPM dan 99,99966 % dari data akan berada dalam batas toleransi 6σ atau *yield* sebesar 99,99966% (Ariani, 2004).

Tabel 2.2 Perbedaan *True 6 Sigma* Dengan *Motorola's 6 Sigma*

<i>True 6-Sigma Proses</i>			<i>Motorola's 6 Sigma Process</i>		
Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Persentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/cacat per sejuta kesempatan)	Batas Spesifikasi (LSL-USL)	Persentase yang memenuhi spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/cacat per sejuta kesempatan)
1-sigma	68.27%	317,000	1-sigma	30.8538%	691.462
2-sigma	95.45%	45,400	2-sigma	69.1462%	308.538
3-sigma	99.73%	2,700	3-sigma	93.3193%	66.807
4-sigma	99.9937%	63	4-sigma	99.3790%	6.210
5-sigma	99.999943%	0.57	5-sigma	99.9767%	233
6-sigma	99.999998%	0.002	6-sigma	99.99966%	3.4

(Sumber : Ariani, 2004)

2.2.4 Keuntungan Six Sigma

Adapun keuntungan-keuntungan yang dapat diraih dari penerapan metode *Six Sigma* adalah (Pande, dkk, 2002):

1. Pengurangan biaya
2. Peningkatan produktivitas
3. Pertumbuhan pangsa pasar
4. Pengurangan *defect* (cacat)
5. Pengembangan produk dan jasa
6. Meningkatnya pencegahan dan kesadaran karyawan akan budaya kualitas.

2.2.5 Prinsip Kualitas dan Six Sigma

Manajemen Kualitas didasari oleh tiga prinsip dasar yaitu fokus pada pelanggan, partisipasi dan kerja sama semua individu dalam perusahaan, dan fokus pada proses yang didukung oleh perbaikan dan pembelajaran terus-menerus. Prinsip-prinsip ini merupakan landasan filosofi *six sigma*, dan walaupun sederhana amat berbeda dengan praktik manajemen tradisi lama. Dengan fokus yang sungguh-sungguh pada kualitas maka sebuah organisasi akan secara aktif berusaha untuk terus-menerus memahami kebutuhan serta tuntutan pelanggan, berusaha untuk membangun kualitas dan mengintegrasikannya ke dalam proses-proses kerja dengan cara menimbah ilmu serta pengalaman dari para karyawan. Ketiga prinsip dasar kualitas tersebut dijelaskan sebagai berikut (Syukron dan Kholil, 2013):

1. Fokus pada pelanggan.

Pelanggan adalah penilai utama kualitas. Persepsi mengenai nilai dan kepuasan pelanggan dipengaruhi oleh banyak faktor yang terjadi selama pembelian, kepemilikan, dan jasa pelayanan pelanggan tersebut. Untuk memenuhi tuntutan ini perusahaan harus lebih mematuhi spesifikasi produk, mengurangi kecacatan dan kesalahan, atau melayani keluhan pelanggan. Upaya yang dilakukan juga harus termasuk mendesain produk baru yang membuat pelanggan puas serta respon yang cepat terhadap permintaan pasar dan pelanggan.

2. Partisipasi dan kerjasama semua individu di dalam perusahaan.

Para karyawan diizinkan untuk berpartisipasi, baik secara individu maupun dalam tim dalam keputusan yang mempengaruhi pekerjaan dan pelanggan

mereka akan memberi kontribusi terhadap kinerja bisnis dan kualitas. *Six Sigma* bergantung pada partisipasi dan kerjasama karyawan pada setiap tingkatan dari garis depan hingga manajemen tingkat atas untuk memahami masalah-masalah bisnis, menemukan sumber permasalahan tersebut, menghasilkan solusi untuk perbaikan, dan mengimplementasikan.

3. Fokus pada proses yang didukung oleh perbaikan dan pembelajaran secara terus-menerus.

Proses adalah serangkaian aktifitas yang ditunjukkan untuk mencapai beberapa hasil. Proses merupakan hal yang paling mendasar dalam *Six Sigma*, karena proses adalah cara bagaimana sebuah pekerjaan menghasilkan nilai bagi pelanggan. Jika dalam konteks produksi, proses adalah sekumpulan aktifitas dan operasi yang terlibat dalam perubahan *input* (fasilitas fisik, material, modal, peralatan, manusia, dan energi) menjadi *output* (produk/jasa). Perbaikan proses merupakan aktifitas yang paling utama dalam *Six Sigma*. Perbaikan baik dalam arti perubahan secara perlahan-lahan, dalam bentuk kecil dan bertahap, serta yang bersifat terobosan, maupun perbaikan yang besar dan cepat.

2.2.6 Strategi Penerapan *Six Sigma*

Strategi penerapan *Six Sigma* yang diciptakan oleh DR. Mikel Harry dan Richard Schroeder disebut sebagai *The Six Sigma Breakthrough Strategy*. Strategi ini merupakan metode sistematis yang menggunakan pengumpulan data dan analisis statistik untuk menentukan sumber-sumber variasi dan cara-cara untuk menghilangkannya.

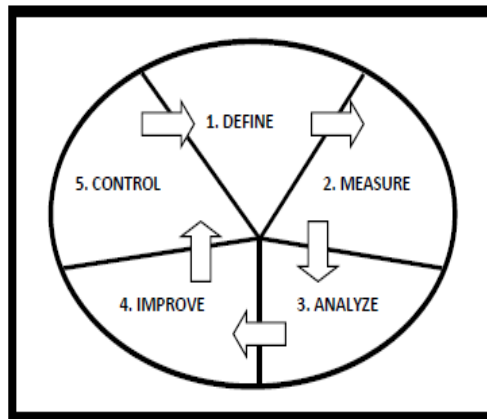
Salah satu model struktur dalam peningkatan kualitas *Six Sigma* yang paling banyak dipakai adalah model *Define–Measure–Analyze–Improve – Control* (DMAIC). Ada banyak variasi yang dapat digunakan sesuai keinginan perusahaan sendiri yang dianggap cocok seperti *Identify–Design–Optimize–Validate* (IDOV). Sedangkan pada GE, diterapkan model M-A-I-C.

Selain dengan menggunakan langkah-langkah DMAIC, *Six Sigma* juga menggunakan metodologi *Define–Measure–Analyze–Design–Verify* (DMADV). DMAIC digunakan untuk meningkatkan proses yang sudah ada sebelumnya,

sedangkan DMADV digunakan untuk menghasilkan desain produk atau proses baru untuk kinerja proses yang dapat diprediksikan dan bebas *defect* (Hidayat, 2007).

2.3 Model Perbaikan DMAIC (*Define Measure Analyze Improve Control*)

Ada beberapa model struktur dalam peningkatan kualitas *Six Sigma*, salah satunya yang paling banyak digunakan adalah metode DMAIC. DMAIC merupakan proses untuk meningkatkan terus-menerus menuju target *Six Sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis menurut ilmu pengetahuan dan fakta. Tahapan DMAIC merupakan tahapan yang berulang atau membentuk siklus peningkatan kualitas dengan *Six Sigma*. Siklus DMAIC dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Siklus DMAIC
(Sumber: Pande dkk, 2002)

2.3.1 Tahap *Define*

Define merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah mendefinisikan beberapa hal yang terkait dengan kriteria pemilihan proyek *Six Sigma*, peran dan tanggung jawab dari orang-orang yang akan terlibat dalam proyek *six sigma*, kebutuhan pelatihan untuk orang-orang yang terlibat dalam proyek *six sigma*, proses-proses kunci dalam proyek *six sigma* beserta pelanggannya, kebutuhan spesifik dari pelanggan, dan pernyataan tujuan proyek *six sigma*.

1. Kriteria Pemilihan Proyek

Pemilihan proyek terbaik adalah berdasarkan pada identifikasi proyek yang terbaik sepadan (*match*) dengan kebutuhan, kapabilitas dan tujuan organisasi

yang sekarang. Secara umum setiap proyek *Six Sigma* yang terpilih harus mampu memenuhi kategori sebagai berikut:

- a. Memberikan hasil - hasil dan manfaat bisnis.
- b. Kriteria kelayakan.
- c. Memberikan dampak positif kepada organisasi/perusahaan (Gaspersz, 2002).

2. Lembar Isian (*Check Sheet*)

Menurut Wignjosoebroto (2003), lembar isian merupakan alat bantu untuk memudahkan proses pengumpulan data. Bentuk dan isinya disesuaikan dengan kebutuhan maupun kondisi kerja yang ada. Di dalam pengumpulan data maka data yang diambil harus benar benar sesuai dengan kebutuhan analisis dalam arti bahwa data harus:

- a. Jelas, tepat dan mencerminkan fakta
- b. Dikumpulkan dengan cara yang benar, hati – hati, dan teliti.

Adapun menurut Irwan dan Haryono (2015), fungsi dari *check sheet* adalah sebagai berikut:

- a. Pemeriksaan distribusi proses produksi.
- b. Pemeriksaan item cacat.
- c. Pemeriksaan lokasi cacat.
- d. Pemeriksaan penyebab cacat.
- e. Pemeriksaan konfirmasi pemeriksaan.

Contoh Lembar Isian / *check sheet* dapat dilihat pada Gambar 2.3

Check Sheet		
Produk:	Date :	
Manufacturing stage: final inso	Factory :	
Type of defect: sear, incomplete, misshapen	Section :	
Total no. Inspectes: 2530	Inspector's name :	
Remarks: all item inspected	Lot. No. :	
	Order No. :	
Type	Check	Sub T Total
Surface Scars		32
Cracks		23
Incomplete		48
Misshapen		4
Others		8
	Grand Total	115
Total rejects		86

Gambar 2.3 Lembar Pemeriksaan Produk Cacat
(Sumber : Wignjosoebroto, 2003)

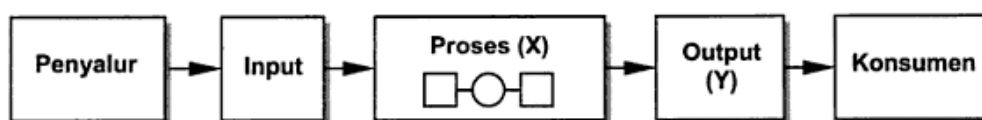
3. Diagram SIPOC

Sebelum mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek, perlu diketahui model proses *Supplier- Input – Process – Output – Customer* (SIPOC). SIPOC merupakan suatu alat yang berguna dan paling banyak dipergunakan dalam manajemen dan peningkatan proses. SIPOC adalah diagram yang digunakan untuk menyajikan sekilas dari aliran kerja. SIPOC dapat digunakan untuk memastikan bahwa semua orang akan melihat proses dalam cara pandang yang sama.

Nama SIPOC merupakan singkatan dari lima elemen utama dalam sistem kualitas, yaitu:

- a. *Supplier*, merupakan orang / kelompok orang yang memberikan informasi kunci, material, atau sumber daya lain kepada proses. Jika suatu proses terdiri dari beberapa sub proses, maka sub proses sebelumnya dapat dianggap sebagai pemasok internal (*internal suppliers*).
- b. *Input*, merupakan segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok kepada proses
- c. *Process*, merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal, menambah nilai kepada input.
- d. *Output*, merupakan produk (barang/jasa) dari suatu proses. Dapat berupa barang jadi ataupun setengah jadi.
- e. *Customer*, merupakan orang atau kelompok orang, atau sub proses yang menerima *outputs* (Gaspersz, 2002).

Salah satu contoh diagram SIPOC dari proses pembuatan obat tablet ditunjukkan pada Gambar 2.4.

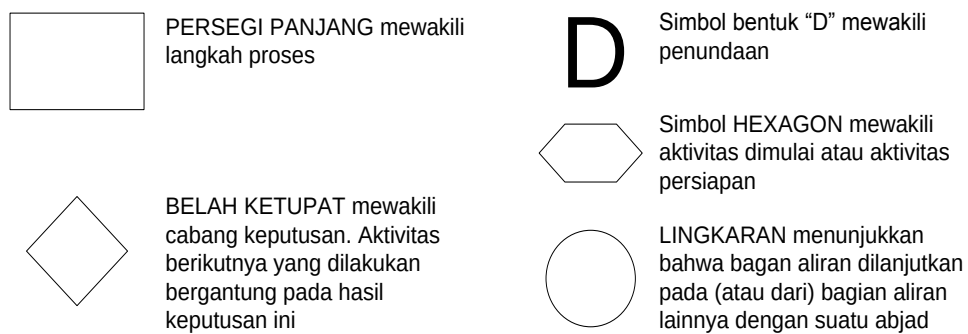


Gambar 2.4 Diagram SIPOC
(Sumber: Hidayat, 2002)

4. Diagram Alir

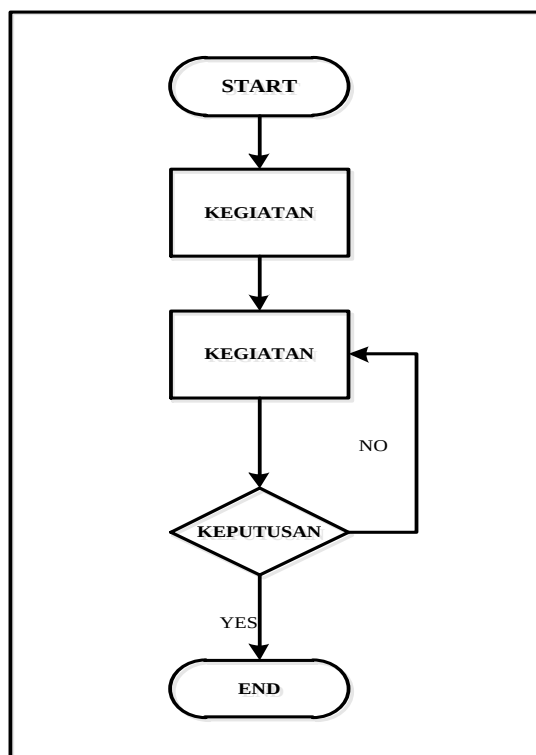
Menurut Pyzdek (2002), diagram alir merupakan diagram yang menunjukkan aliran atau urutan suatu peristiwa. Diagram tersebut akan mempermudah dalam

menggambarkan suatu sistem, mengidentifikasi masalah dan melakukan tindakan pengendalian. Diagram alir identik dengan *flowchart* yang digunakan dalam merencanakan langkah-langkah yang direncanakan selanjutnya dalam mengendalikan kualitas tersebut. Diagram aliran proses atau bagan aliran digambarkan dengan simbol-simbol yang telah distandarisasi oleh berbagai standar *American Nasional Standards Institute* (ANSI). Beberapa simbol yang sering digunakan diperlihatkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Simbol Bagan Aliran
(Sumber: Pyzdek, 2002)

Bentuk diagram alir dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Bentuk Diagram Alir
(Sumber : Irwan dan Haryono, 2015)

5. Diagram Pareto

Dalam mengidentifikasi proyek yang akan dipilih akan digunakan diagram pareto untuk pemilihan suatu proyek. Diagram pareto adalah diagram yang menstratifikasi data kedalam kelompok-kelompok dari yang paling besar sampai yang paling kecil. Diagram ini berbentuk diagram batang yang digunakan untuk mengidentifikasi kejadian atau penyebab masalah yang paling umum. Analisis pada diagram ini didasarkan pada “Hukum 80/20” yang artinya bahwa 80% kerugian timbul dari 20% masalah. Kegunaan dari diagram pareto adalah (Pande dkk, 2002):

- a. Menyaring data masalah menurut wilayah dan menemukan wilayah mana yang memiliki paling banyak masalah
- b. Membandingkan data *defect* menurut tipe dan mengetahui *defect* mana yang paling umum
- c. Membandingkan masalah menurut hari dalam minggu, atau hari dan bulan untuk mengetahui selama periode mana masalah paling sering terjadi
- d. Menyaring *complain* pelanggan menurut tipe *complain* untuk mengetahui *complain* yang paling umum.

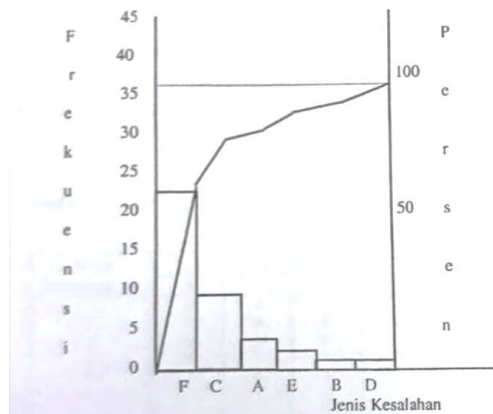
Menurut Pzydek (2002), analisis pareto adalah proses dalam memperingkat kesempatan untuk menentukan yang mana dari kesempatan potensial yang banyak harus dikejar lebih dahulu. Ini dikenal juga sebagai “memisahkan sedikit yang penting dari banyak yang sepele”. Analisis pareto harus digunakan pada berbagai tahap dalam suatu program peningkatan kualitas untuk menentukan langkah yang diambil.

Langkah-langkah pembuatan diagram pareto dapat dijelaskan sebagai berikut

- a. Langkah 1 : Kelompokkan masalah yang ada dan nyatakan hal tersebut dalam angka yang bisa terukur secara kuantitatif
- b. Langkah 2 : Atur masing – masing penyebab/masalah yang ada sesuai dengan pengelompokan yang dibuat. Pengaturan dilaksanakan berurutan sesuai dengan besarnya nilai kuantitatif masing – masing. Selanjutnya, gambarkan keadaan ini dalam bentuk grafik kolom. Penyebab nilai kuantitatif terkecil digambarkan paling kanan.

- c. Langkah 3 : Buatlah garis-garis secara komulatif (berdasarkan prosentase penyimpangan) diatas grafik kolom ini. Grafik garis ini dimulai dari penyebab penyimpangan terbesar terus terkecil dan secara lengkap diagram pareto sudah bisa digambarkan.

Contoh diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Diagram Pareto Kumulatif
(Sumber: Ariani, 2004)

2.3.2 Tahap *Measure*

Tahap *measure* merupakan langkah operasional kedua dalam rangka peningkatan kualitas dalam metode DMAIC. Pada tahap ini dilakukan pengukuran dan mengenali karakteristik kualitas kunci atau CTQ.

Tahap *measure* memegang peranan yang sangat penting dalam meningkatkan kualitas karena dapat mengetahui kinerja perusahaan melalui perhitungan data yang dijadikan dasar untuk melakukan analisis dan perbaikan.

1. Mengidentifikasi dan Penentuan CTQ

a. *Voice of Costumer* (VOC)

“Suara pelanggan” (*Customer’s Voices*) merupakan kebutuhan dan espektasi dari pelanggan, baik pelanggan internal maupun pelanggan eksternal. Untuk dapat mengetahui kebutuhan spesifik dari pelanggan maka seluruh persyaratan *output* perlu didefinisikan. Persyaratan *output* berkaitan dengan karakteristik dari produk akhir yang diserahkan kepada pelanggan pada akhir proses. Persyaratan *output* didefinisikan secara spesifik apa yang diinginkan pelanggan. Dalam situasi dimana pelanggan tidak mengetahui secara spesifik apa yang diinginkannya, maka tim harus mampu mendaftarkan semua

persyaratan *output* yang akan memenuhi kebutuhan pelanggan yang harus diterjemahkan terlebih dahulu ke dalam bahasa spesifik proses.

Dengan demikian, semua persyaratan *output* yang telah terdaftar kemudian didefinisikan melalui karakteristik kualitas, dan selanjutnya akan menjadi CTQ dalam proyek (Gaspersz, 2002).

b. Penentuan *Critical to Quality*

Menurut Gaspersz (2001), CTQ merupakan atribut – atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berhubungan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Merupakan elemen dari suatu produk, proses, atau praktek-praktek yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan.

Maka karakteristik kualitas (*critical to quality*) merupakan kunci karakteristik yang diukur dari sebuah produk yang harus mencapai performansi standar dari spesifikasi untuk memuaskan keinginan pelanggan. Sebelum produk dikirim ke pelanggan produk harus sesuai kualitasnya dengan spesifikasi.

2. Peta Kendali

Peta Kendali pada dasarnya merupakan alat analisis yang dibuat mengikuti metode statistik, dimana data yang berkaitan dengan kualitas produk/proses akan diplotkan dalam sebuah peta. Dalam peta kontrol tersebut bila dijumpai adanya data yang ada diluar batas kontrol baik diatas Batas Kontrol Atas (BKA) ataupun dibawah Batas Kontrol Bawah (BKB), maka indikasi bahwa proses dalam posisi “*out of control*” dan proses produksi karena segera dikoreksi.

Variabilitas yang menyimpang dari batas-batas kontrol tersebut disebabkan oleh faktor penyebab yang “*assignable*”. sebaliknya bilamana plot data terletak diantara BKA dan BKB ; hal ini tidak perlu dirisaukan benar, karena proses masih bias dikatakan sebagai terkendali. Variabilitas yang terjadi diantara batas-batas kontrol ini umumnya disebabkan factor-faktor penyebab yang random (*chance causes*) (Ariani, 2004).

a. Peta Kontrol untuk Jenis Data Atribut (*Attribute Control Chart*)

Menurut Ariani (2004), data yang diperlukan disini hanya diklasifikan sebagai data kondisi baik atau jelek (cacat). Jadi disini kualitas hasil kerja hanya dibedakan dalam 2 kondisi tadi dimana inspeksi bisa dilakukan secara

visual tanpa perlu melakukan pengukuran. *Attribute Control Chart* yang digunakan, yaitu:

1) Peta p (*p-chart*)

P-chart akan berkaitan dengan *fraction defective* yaitu jumlah cacat dibagi dengan jumlah items (sample) yang di inspeksi. Untuk *p-chart* batas-batas kendali harus dihitung satu per satu untuk masing-masing kelompok *sample lots*, karena disini harga *n* akan berbeda-beda untuk setiap kelompok *sample lot*.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan peta kendali p adalah sebagai berikut:

- a) Mengumpulan data yang akan diamati. Data tersebut menggambarkan jumlah produk yang diperiksa (*n*) dan jumlah produk cacat (*p*).
- b) Bagilah data ke dalam subgrup. Biasanya, data dikelompokkan berdasarkan tanggal atau lot. Ukuran subgrup (*n*) harus lebih dari 50.
- c) Hitung nilai proporsi unit yang cacat untuk setiap subgrup. Dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Formulasi perhitungan yang digunakan untuk menyelesaikan pengendalian kualitas proses untuk atribut proporsi kesalahan (*p-chart*):

- a) Perhitungan garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan:

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

- b) Perhitungan batas-batas kendali.

Upper Control Limit (UCL)

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

Lower Control Limit (LCL)

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

Keterangan :

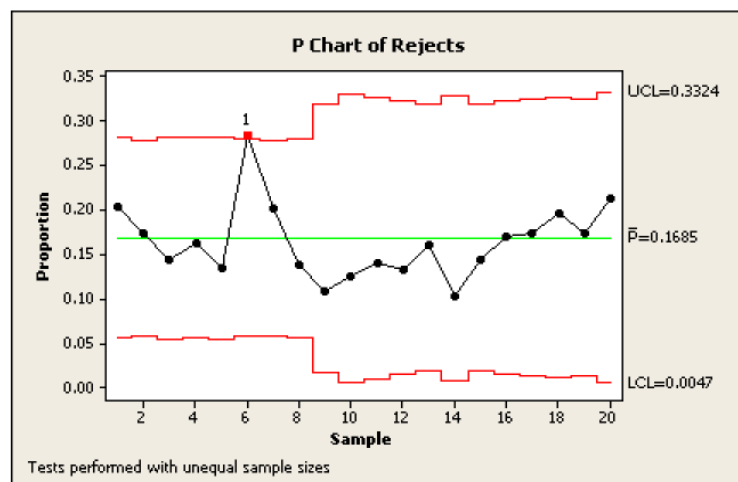
P = Proporsi cacat.dalam setiap sampel

np = Jumlah produk cacat setiap sampel.

n = Banyak sampel yang diambil setiap inspeksi

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

Contoh gambar peta kendali p dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Peta Kendali p
(Sumber: Ariani, 2004)

Pada dasarnya peta-peta kontrol digunakan sebagai berikut :

1. Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian *statistical*. Dengan demikian peta-peta kontrol digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali secara *statistical*, dimana semua nilai rata-rata dan range dari subgrup contoh berada dalam batas-batas pengendalian (*Control Limits*), oleh karena itu variasi penyebab khusus menjadi tidak ada lagi di dalam proses.
2. Memantau proses terus-menerus sepanjang waktu agar proses tetap stabil secara statistik dan hanya mengandung variasi penyebab umum.
3. Menentukan kemampuan proses (*process capability*). Setelah proses berada dalam batas pengendalian statistik, batas-batas dari variasi proses dapat ditentukan (Ariani, 2004).

4. Perhitungan Level Sigma

Pengukuran *baseline* kinerja pada tingkat *output* dilakukan secara langsung pada produk akhir (barang dan/atau jasa) yang akan diserahkan kepada pelanggan. Pengukuran dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana *output* dari proses itu dapat memenuhi kebutuhan spesifik pelanggan, sebelum produk itu diserahkan kepada pelanggan. Langkah-langkah perhitungan level *Sigma* menggunakan data atribut adalah (Gasperz, 2002):

1. Menentukan *Unit* (U).
2. Menentukan *Opportunities* (OP)
3. Menghitung Jumlah *Defect* (D)
4. Menghitung *Defect Per Unit* ($DPU = D/U$)
5. Menghitung *Total Opportunities* ($TOP = U \times OP$)
6. Menghitung *Defect Per Opportunies* ($DPO = D/TOP$)
7. *Defect Per million Opportunies* ($DPMO = DPO \times 10^6$)
8. Setelah mendapatkan nilai DPMO, konversikan nilai DPMO tersebut ke dalam tabel *sigma* untuk mengetahui level *sigma* dari proses yang sedang diteliti.

2.3.3 Tahap *Analyze*

Analyze merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas dalam metode DMAIC. Pada tahap ini yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi akar penyebab dari kecacatan atau kegagalan dengan menggunakan diagram sebab–akibat dan mencari akar penyebab yang paling dominan diantara seluruh akar penyebab dengan menggunakan *fishbone* diagram.

1. Diagram Sebab–Akibat

Langkah yang ditempuh dalam tahap *Analyze* adalah pembuatan diagram sebab akibat (*fishbone diagram*). Diagram sebab akibat yang terkenal dengan istilah lain diagram tulang ikan (*fishbone diagram*)–diperkenalkan pertama kalinya oleh Prof. Kouru Ishikawa (*Tokyo University*) pada tahun 1943. Diagram ini berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor–faktor yang berpengaruh secara signifikan didalam menentukan karakteristik kualitas output kerja.

Disamping juga untuk mencari penyebab–penyebab yang sesungguhnya dari suatu masalah. Untuk mencari faktor-faktor penyebab terjadinya penyimpangan kualitas hasil kerja, maka orang akan selalu mendapatkan bahwa ada lima faktor penyebab utama yang signifikan yang perlu diperhatikan yaitu:

- a. Manusia (*Man*).
- b. Metode Kerja (*work-Method*).
- c. Mesin atau peralatan kerja lainnya (*Machine/equipment*).
- d. Bahan bahan baku (*Raw Material*).
- e. Lingkungan Kerja (*Work Environment*).

Dalam hal ini metode sumbang saran (*brainstroming method*) akan cukup efektif digunakan untuk mencari faktor–faktor penyebab terjadinya penyimpangan kerja secara detail.

Ada 4 (empat) prinsip sumbang saran yang bisa digunakan yaitu:

- a. Jangan melarang seseorang untuk berbicara
- b. Jangan mengkritik pendapat orang lain
- c. Semakin banyak pendapat, maka hasil akhir akan semakin baik
- d. Ambillah manfaat dari ide atau pendapat orang lain.

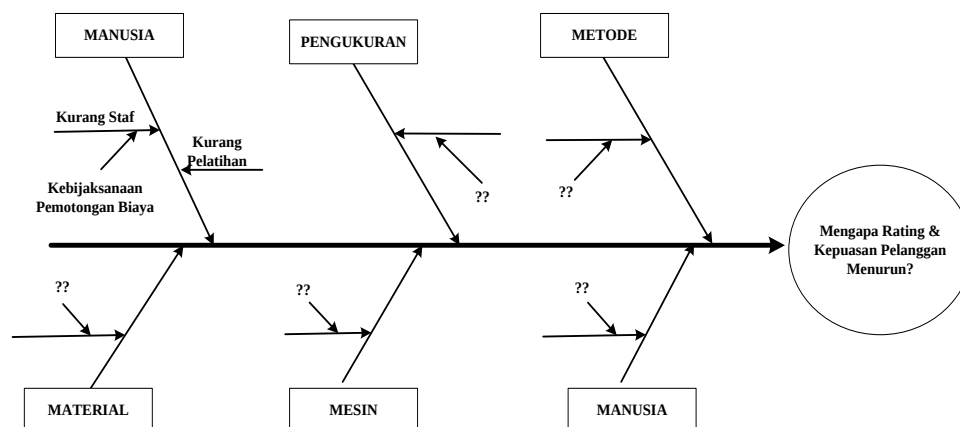
Diagram sebab–akibat ini sangat bermanfaat untuk mencari faktor–faktor penyebab sedetail–detailnya (*uncountable*) dan mencari hubungannya dengan penyimpangan kualitas kerja yang ditimbulkannya.

Langkah-langkah dasar yang harus dilakukan dalam membuat diagram sebab–akibat diuraikan sebagai berikut:

- a. Langkah 1, yaitu tetapkan karakteristik yang akan dianalisis, *quality* karakteristik adalah kondisi yang ingin diperbaiki. Usahakan ada tolak ukur yang jelas dari masalah tersebut sehingga perbandingan sebelum dan sesudah perbaikan dapat dilakukan.
- b. Langkah 2, yaitu tulis faktor-faktor penyebab utama (*main cause*) yang diperkirakan merupakan sumber terjadinya penyimpangan atau mempunyai akibat pada permasalahan yang ada tersebut. Faktor-faktor penyebab ini biasanya akan berkisar pada faktor 4M + 1E. Gambarkan anak panah untuk menunjukkan faktor-faktor penyebab yang mengarah pada panah utama.

- c. Langkah 3, yaitu cari lebih lanjut faktor-faktor yang lebih terperinci yang secara nyata berpengaruh atau mempunyai akibat dari faktor-faktor penyebab utama tersebut.
- d. Langkah 4, yaitu lakukan pemeriksaan apakah semua item yang berkaitan dengan karakteristik kualitas *output* benar-benar sudah kita cantumkan dalam diagram.
- e. Langkah 5, yaitu carilah faktor-faktor penyebab yang paling dominan! Dari diagram yang sudah lengkap, dibuat pada langkah 3 dicari faktor-faktor penyebab yang dominan secara berurutan dengan menggunakan diagram pareto (Wignjosoebroto, 2003).

Berdasarkan langkah-langkah di atas berikut ini contoh gambar diagram tulang ikan yang dapat dilihat pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Diagram Sebab-Akibat Masalah Produktivitas Pelayanan
(Sumber: Gasperzs, 2002)

2.3.4 Tahap *Improve*

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

Pada dasarnya rencana-rencana tindakan akan mendeskripsikan tentang alokasi sumber-sumber daya serta prioritas atau alternatif yang dilakukan dalam implementasi dari rencana itu. Bentuk-bentuk pengawasan dan usaha-usaha untuk mempelajari melalui pengumpulan data dan analisis ketika implementasi dari suatu rencana, juga harus direncanakan pada tahap ini (Gasperz, 2002).

Pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang berarti bahwa dalam tahap ini tim harus memutuskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan target yang ditetapkan), alasan kegunaan (mengapa) rencana tindakan itu harus dilakukan, di mana rencana tindakan itu akan diterapkan atau dilakukan, bilamana rencana tindakan itu akan dilakukan, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu, bagaimana melaksanakan rencana tindakan itu, dan berapa besar biaya untuk melaksanakan rencana tindakan itu serta manfaat positif yang diterima dari implementasi rencana tindakan itu. Analisis menggunakan metode *what, why, where, when, who, how* (5W+1H) dapat digunakan pada tahap pengembangan rencana tindakan ini (Gasperz, 2002).

5W+1H adalah *what* (apa), *why* (mengapa), *where* (di mana), *when* (bilamana), *who* (siapa), *how* (bagaimana). Pengembangan rencana tindakan perbaikan atau peningkatan kualitas *Six Sigma* dapat menggunakan metode 5W+1H *analysis* untuk pengembangan rencana tindakan (Gasperz, 2002). Metode 5W+1H bisa dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Metode 5W+1H untuk Tindakan Perbaikan

Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan utama	<i>What</i> (apa)?	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan/peningkatan kualitas?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
Metode	<i>How</i> (bagaimana)?	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada.
		Apakah metode yang digunakan sekarang, merupakan metode terbaik?	
		Apakah ada cara lain yang lebih mudah?	
Alasan kegunaan	<i>Why</i> (mengapa)?	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan.
		Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan	

Lanjut...

Tabel 2.3 Metode 5W+1H untuk Tindakan Perbaikan (lanjutan)

Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Lokasi	Where (dimana)?	Dimana rencana tindakan itu akan dilaksanakan?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau mengkombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat dilakukan bersama.
		Apakah aktivitas itu harus dikerjakan disana?	
Sekuens (urutan)	When (bilamana)?	Bila mana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan?	
		Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian?	
Orang	Who (siapa)?	Siapa yang mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu?	
		Apakah ada orang lain yang dapat aktivitas rencana tindakan itu?	
		Mengapa orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	

(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.3.5. Tahap Control

Control merupakan tahapan operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas dalam metode DMAIC. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktek – praktek terbaik yang sukses dalam meningkatkan proses distandardisasikan dan disebarluaskan, prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta tanggung jawab diberikan dari tim ke pemilik atau penanggung jawab proses, yang berarti proyek peningkatan kualitas berhenti pada tahap ini.

Standardisasi dimaksudkan untuk mencegah masalah yang sama terulang kembali. Terdapat dua alasan melakukan standardisasi, yaitu :

1. Apabila tindakan peningkatan kualitas atau solusi masalah itu tidak distandardisasikan, terdapat kemungkinan bahwa setelah periode waktu tertentu, manajemn dan karyawan akan kembali menggunakan cara–cara kerja lama sehingga memunculkan kembali masalah yang sudah pernah diselesaikan itu.
2. Apabila tindakan peningkatan kualitas atau solusi masalah itu tidak distandardisasikan dan didokumentasikan, maka terdapat kemungkinan setelah periode waktu tertentu apabila terjadi pergantian manajemen dan

karyawan, orang-orang baru akan menggunakan cara-cara kerja yang memunculkan kembali masalah yang sudah pernah diselesaikan oleh manajemen dan karyawan terdahulu (Gaspersz, 2002).

2.4. Keuntungan DMAIC

DMAIC menawarkan keuntungan antara lain (Pande dkk, 2002):

1. Membuat awal yang baik.
2. Memberikan sebuah konteks yang baru terhadap alat-alat yang familiar.
3. Menciptakan sebuah pendekatan yang konsisten.
4. Memprioritaskan “pelanggan” dan “pengukuran.
5. Menawarkan jalur “perbaikan proses” dan juga “perancangan ulang proses” untuk perbaikan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian menggambarkan langkah-langkah atau kerangka berpikir yang akan dijalankan pada penelitian ini. Tujuan dari pembuatan metodologi penelitian ini adalah agar proses dalam penelitian ini terstruktur dengan baik dan dapat mencapai sasarnya. Metodologi penelitian ini terdiri dari tahapan-tahapan proses penelitian atau urutan-urutan langkah yang harus dilakukan oleh peneliti dalam menjalankan penelitiannya. Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.1 Jenis dan Sumber Data

Salah satu langkah awal yang dilakukan dalam menyusun laporan penelitian adalah mengumpulkan data dari perusahaan yang akan diteliti. Data merupakan salah satu unsur penting sebagai masukan dalam melakukan pengolahan data untuk dibahas dalam laporan ini.

3.1.1 Jenis Data

Pengumpulan data diperlukan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan obyek yang akan diteliti. Informasi tersebut nantinya akan menjadi dasar dalam melakukan analisis dan pemecahan masalah. Jenis data penelitian terdiri atas:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung tanpa perantara, dapat berupa opini secara individual atau merupakan hasil observasi terhadap produk (fisik), kejadian atau kegiatan, dan terhadap hasil pengujian. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data primer yaitu dapat berupa pengamatan langsung dilapangan, serta melakukan wawancara kepada pihak-pihak yang berhubungan dengan data yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini tidak menggunakan data primer.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Penelitian dilakukan terhadap produk *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* di PT XYZ, dimana data yang diperoleh hanya menggunakan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh bukan dari hasil pengamatan langsung. Di dalam penelitian ini data sekunder didapatkan dari hasil wawancara, buku pedoman, dan lembar *check* harian. Adapun jenis data sekunder yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

- a. Data umum perusahaan seperti: profil perusahaan, struktur organisasi perusahaan, visi dan misi perusahaan, sistem jamkerja, budaya perusahaan, dan peraturan perusahaan.
- b. Jenis-jenis produk yang dihasilkan oleh perusahaan.
- c. Proses produksi *Pipe Intake* N555R pada proses *casting*.
- d. Data jumlah produksi *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* di bulan Maret 2017.
- e. Data jumlah dan jenis cacat *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* di bulan Maret 2017.

3.1.2 Sumber Data

Dalam melakukan penelitian ini dibutuhkan data untuk mengetahui masalah yang ada dan dapat dihasilkan penyelesaiannya. Data yang didapatkan harus melalui sumber yang sesuai dengan penelitian agar hasil yang diberikan dalam penelitian tepat sasaran. Dalam penelitian ini data sekunder didapatkan dari departemen *quality* PT XYZ.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Penelitian dilakukan pada PT XYZ Jl. Raya Narogong, Bogor. Metode pengumpulan data dalam laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Kepustakaan

Pada tahap ini dilakukan telaah literatur atau sumber pustaka yang berkaitan dengan metode penelitian yang dilakukan. Selain itu juga guna mendorong

bahan-bahan sebagai teori pendukung dalam pemecahan masalah. Studi pustakan dilakukan dengan membaca buku-buku referensi, jurnal-jurnal yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas seperti metode DMAIC.

2. Penelitian Lapangan

Studi lapangan merupakan studi yang dilakukan dengan tujuan mendapatkan informasi mengenai kondisi aktual perusahaan, proses produksi yang berlangsung dan dapat mengetahui masalah-masalah yang dihadapi oleh perusahaan. Studi lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan pada proses produksi, wawancara langsung dengan kepala seksi bagian *quality*, *staff quality*, *staff* produksi, dan operator proses produksi *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* mengenai keadaan dan masalah pada proses produksi *Pipe Intake* N555R.

3.3 Teknis Analisis

Langkah-langkah yang dilakukan dalam metodologi penelitian ini dimulai dari studi pendahuluan sampai kesimpulan dan saran. Langkah-langkah metodologi secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

3.3.1 Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan ini terbagi menjadi dua, yakni studi lapangan dan studi pustaka.

1. Studi Lapangan

Studi lapangan adalah kegiatan mengamati aktivitas yang terjadi di dalam PT. XYZ, dilakukan dengan cara turun langsung ke lapangan. Kegiatan ini bertujuan untuk memahami proses produksi *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* dan mengetahui permasalahan yang terjadi.

2. Studi Pustaka

Studi pustaka adalah kegiatan yang menunjang penelitian. Pada tahap ini dilakukan kegiatan menelaah sumber-sumber yang berasal dari buku maupun jurnal yang berkaitan dengan permasalahan yang terjadi di lapangan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

3.3.2 Identifikasi Masalah

Setelah dilakukan studi lapangan, selanjutnya yaitu menetapkan masalah yang akan dicari solusinya. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, ternyata ditemukan adanya temuan yang sering terjadi selama proses produksi, yang menyebabkan timbulnya produk cacat pada *Pipe Intake* N555R yang terjadi pada bulan Maret 2017 di PT XYZ.

3.3.3 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dilakukan untuk merumuskan masalah apa saja yang ada pada saat dilakukan penelitian di PT XYZ sebagai bahan pertimbangan untuk mencari solusi terhadap masalah yang terjadi. Berdasarkan perumusan masalah tersebut diharapkan dapat memudahkan dalam penetapan tujuan penelitian.

3.3.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini merupakan tujuan akhir yang akan dicapai pada penelitian yang akan dilakukan. Adapun tujuan dari penelitian ini telah dijelaskan pada bab I dalam laporan penelitian ini.

3.3.5 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk memperoleh informasi-informasi yang berkaitan dengan obyek yang akan diteliti untuk membantu penyelesaian masalah yang terjadi dalam penelitian pada PT XYZ. Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Wawancara dilakukan dengan pihak terkait, Kepala Seksi Bagian *Quality* dan *staff* bagian *quality* perusahaan, untuk memperoleh informasi-informasi mengenai permasalahan yang terjadi pada perusahaan.
- b. *Brainstroming* dilakukan dengan bertukar informasi dengan pihak terkait perusahaan untuk menghasilkan ide-ide yang dapat digunakan sebagai solusi terhadap permasalahan yang dihadapi.
- c. Pengamatan langsung pada lantai produksi untuk mengetahui proses produksi secara keseluruhan.

2. Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan urutan langkah-langkah yang disusun secara sistematis untuk mengolah data dan informasi yang diperoleh. Tahapan pengolahan data adalah sebagai berikut:

a. Tahap *Define*

Pada tahap ini akan dilakukan pendefinisian secara jelas fase awal penerapan metode DMAIC untuk meningkatkan kualitas. Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini adalah :

1) Pemilihan proyek

Pemilihan proyek dilakukan dengan memprioritaskan masalah-masalah peningkatan kualitas mana yang harus ditangani terlebih dahulu. Pemilihan jenis produk berdasarkan produk yang memiliki persentase *defect* terbesar terutama pada proses *casting* pembuatan produk *Pipe Intake* N555R.

2) Pembuatan Diagram SIPOC (*Supplier-Input-Process-Output-Customer*).

Mendefinisikan proses yang akan diteliti dan mengenali hubungan antara variabel *input* yang dibutuhkan dan *output* yang diinginkan dengan membuat sebuah diagram yang terdiri dari *Suppliers*, *Inputs*, *Process*, *Outputs* dan *Customers*. Ini dilakukan agar dapat diperoleh informasi mengenai keterkaitan antar proses dan interaksinya.

3) Mengidentifikasi dan memahami alur proses secara keseluruhan dengan menggambar diagram aliran proses.

b. Tahap *Measure*

Measure adalah langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini adalah:

1) Penentuan *Critical To Quality* (CTQ)

Setelah proyek *Six Sigma* didefinisikan, kita akan mencari tahu karakteristik kunci dari produk tersebut adapun yang menjadi karakteritik kunci untuk kualitas hasil proses *casting* pembuatan produk *Pipe Intake* N555R. Karakteristik kunci didapat dari suaran pelanggan (*voice of*

customer) mengenai persyaratan yang dibutuhkan mengenai kualitas dari hasil *casting* pembuatan produk *Pipe Intake N555R*.

2) Pemilihan Peta Kendali

Selanjutnya dilakukan pengumpulan data, dan kemudian dilakukan pembuatan peta kendali yang sesuai, untuk melihat apakah data proses sudah dalam proses pengendalian statistikal atau tidak. Peta kendali yang digunakan pada penelitian ini adalah peta kendali p karena data cacat yang terjadi merupakan data atribut dan data yang dikumpulkan adalah data populasi selama bulan Maret 2017.

3) Kinerja *Baseline*

Setelah diperoleh proses yang berada dalam batas kendali dalam artian tidak lagi dipengaruhi oleh penyebab khusus, maka dilakukan pengukuran atas kinerja *baseline* dengan melakukan perhitungan nilai *Defects Per Million Opportunities* (DPMO), lalu dilakukan pengkonversian nilai DPMO ke nilai sigma untuk mengetahui pada tingkat berapa proses tersebut berada.

3.3.6 Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Analisis tersebut meliputi analisis pada tahap *analyze*, *improve*, dan *control* yang mengacu pada tujuan penelitian yang ingin dicapai.

1. Tahap *Analyze*

Pada tahap *analyze* dilakukan analisa terhadap proses *casting* pembuatan *Pipe Intake N555R* di PT XYZ. Hal ini dilakukan dengan mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah. Dalam mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab masalah dilakukan berdasarkan faktor-faktor produksi yang berpengaruh, yaitu terdiri dari *Man*, *Machine*, *Methode*, and *Material*. Adapun aktivitas yang dilakukan pada tahap ini, yaitu dengan membuat diagram sebab-akibat (diagram *fishbone*). Diagram *fishbone* berguna untuk menganalisa dan menemukan faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan dalam menentukan karakteristik kualitas output kerja. Ini dilakukan melalui cara

brainstorming dengan pihak perusahaan yang berkaitan dengan permasalahan cacat yang akan dianalisis.

2. Tahap *Improve*

Tahap *improve* merupakan tahap perbaikan dalam proses. Pada tahap perbaikan diusulkan solusi dari akar permasalahan yang ada. Dimana perbaikan dilakukan dalam usaha untuk memenuhi target perbaikan kualitas. Usulan direalisasikan dengan kegiatan implementasi yang akan menjadi kunci sukses atau tidaknya usulan perbaikan. Tindakan korektif yang akan diambil untuk mengurangi perbedaan antara performansi yang ada dalam proses, dan target yang ingin dicapai dalam rangka perbaikan kualitas adalah dengan menggunakan metode 5W + 1H.

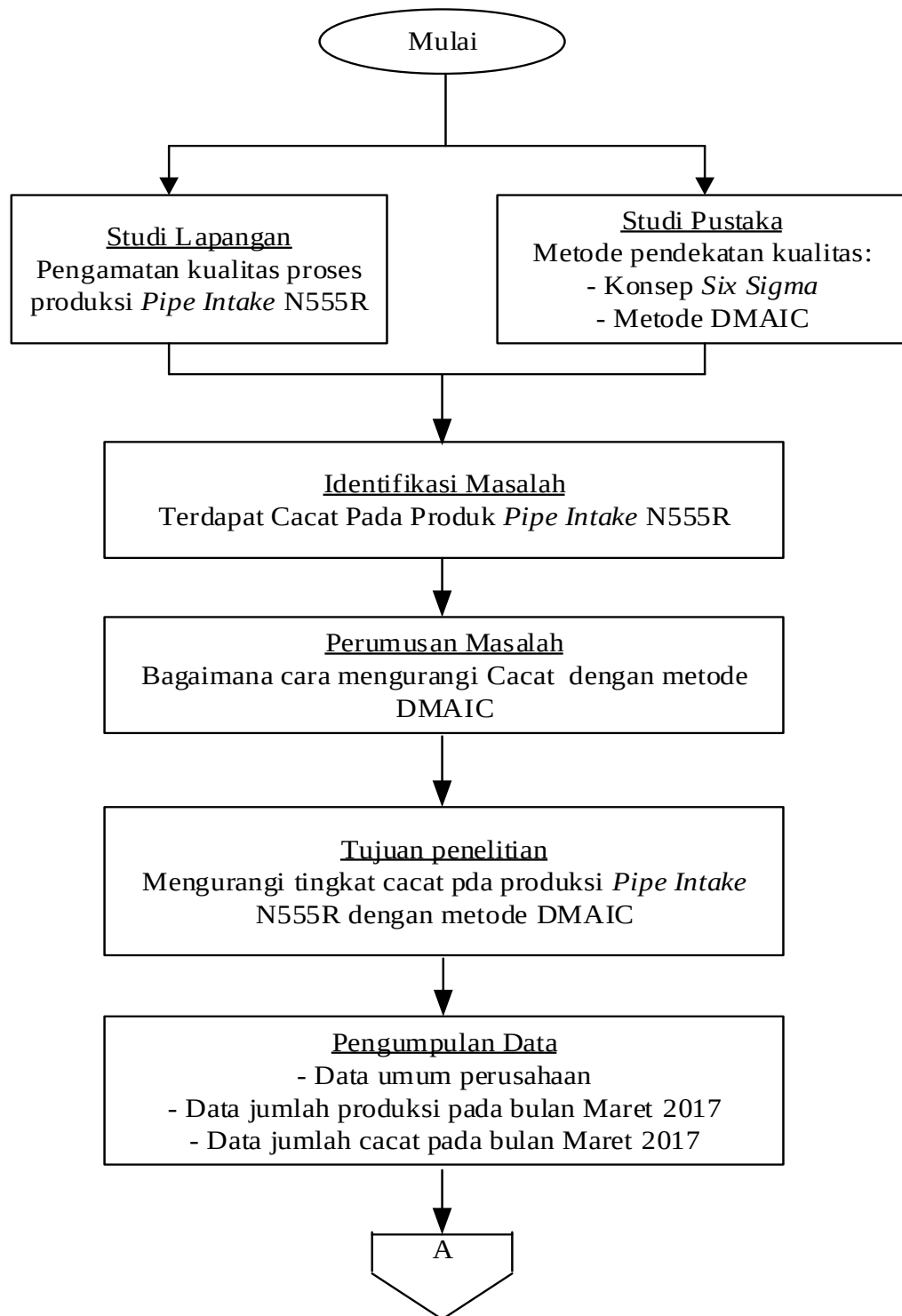
3. Tahap *Control*

Pada tahap ini kan dilakukan pengontrolan terhadap hasil implementasi. Pengontrolan dilakukan dengan cara membuat peta kendali untuk melihat apakah proses produksi dengan menggunakan usulan perbaikan terkendali secara statistik atau tidak. Selanjutnya dilakukan pehitungan nilai DPMO dan level *sigma* untuk mengetahui perbandingan antara sebelum dengan sesudah perbaikan. Karena perbandingan ini bisa menjadi indikator berhasil atau tidaknya usulan perbaikan dari proyek *Six Sigma* ini.

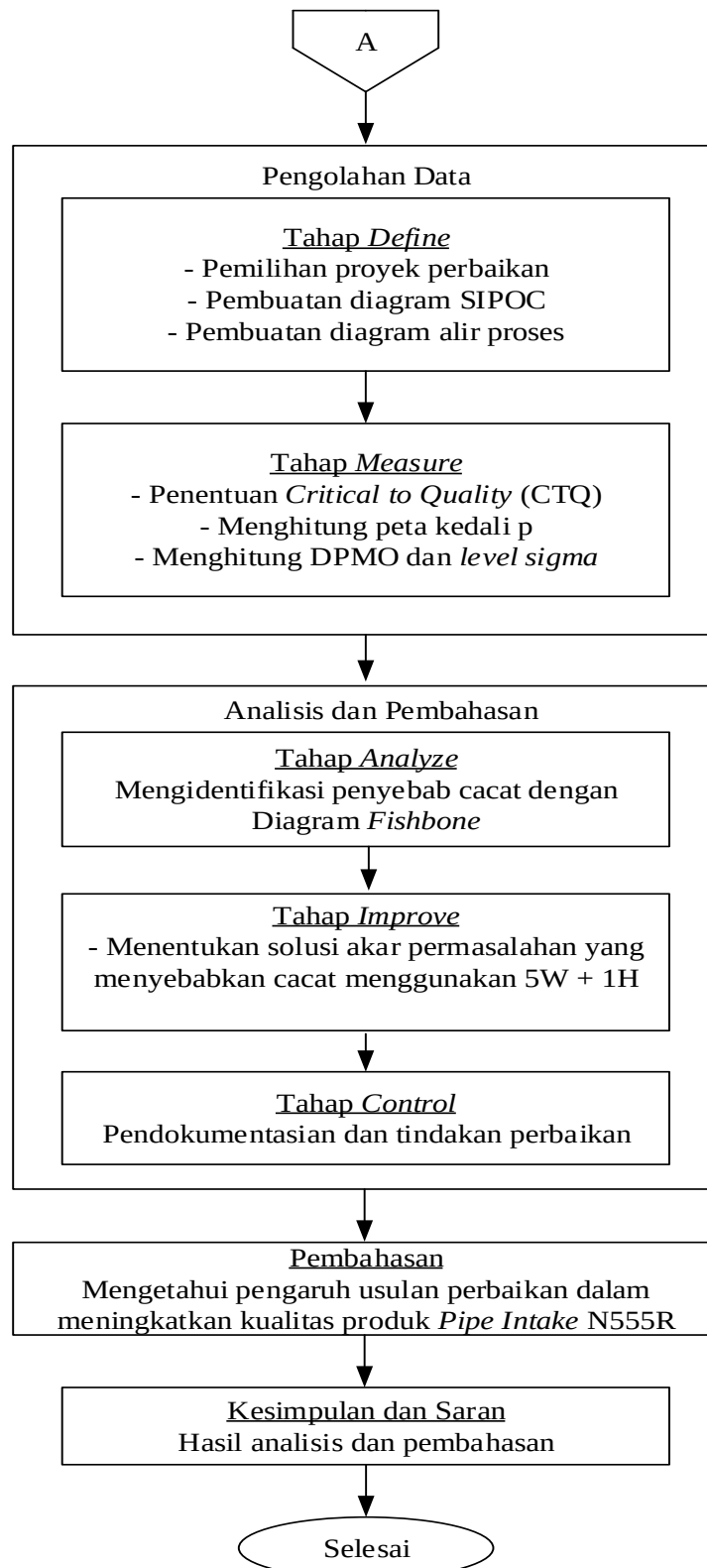
3.3.7 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dibuat untuk memberikan solusi terhadap permasalahan dengan menjawab tujuan-tujuan penelitian. Kesimpulan diperoleh berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap hasil pengolahan data. Selain kesimpulan, pada tahap ini diberikan saran-saran yang mungkin dapat bermanfaat bagi perusahaan dan bagi penelitian selanjutnya.

Teknik analisis data yang dijelaskan dapat digambarkan menjadi suatu diagram kerangka pemecahan masalah yang merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian. Kerangka pemecahan masalah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Kerangka Pemecahan Masalah



Gambar 3.1. Kerangka Pemecahan Masalah Lanjutan

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam pembuatan laporan penelitian ini berasal dari hasil wawancara kepada staf bagian *Quality* PT XYZ, pembimbing lapangan, serta mengambil informasi dari ruang penyimpanan dokumen PT XYZ. Data yang dikumpulkan dari PT XYZ meliputi data umum perusahaan seperti profil perusahaan, struktur organisasi dan *job description*, serta visi dan misi PT XYZ. Data yang dikumpulkan meliputi data jumlah produksi jumlah cacat, dan jenis cacat selama bulan Maret 2017. Data tersebut akan digunakan sebagai bahan penelitian yang akan dilakukan dengan menggunakan metode *Define, Measure, Analyze, Improvement, and Control* (DMAIC).

4.1.1 Profil PT XYZ

PT XYZ merupakan anak perusahaan dari PT W (Persero) Tbk, yang berdiri sejak tahun 2000 dan memiliki 2 bidang usaha utama yaitu Industri dan Konstruksi. Penjelasan mengenai bidang usaha PT XYZ adalah sebagai berikut:

1. Divisi Industri

Produk-produk yang dihasilkan oleh Divisi Industri antara lain yaitu:

a. Fabrikasi Baja

Fabrikasi baja menghasilkan perlengkapan sarana dan prasarana seperti jembatan baja, *laucher girder*, dan lain-lain. Informasi mengenai pabrik fabrikasi baja antara lain:

Luas Pabrik	: 31.864 m ²
Kapasitas Produksi	: 25.000 ton/tahun
Jumlah Karyawan	: 600 orang
Proses Produksi	: <i>Welding, Rolling & Banding, Automatic Cutting & Drilling, Painting & Blasting.</i>
Produk yang Dihasilkan	: <i>Steel Structure, Conveyor, Steel Bridge, Plate Work, Transmission Tower</i>

Sistem Kualitas : ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007,
SNI Certified

b. *Plastic, Painting, and Casting (PPC)*

Alumunium *Casting, Plastic Injetion & Painting* yang dihasilkan yaitu komponen otomotif dan komponen non otomotif. Komponen non otomotif yang dihasilkan adalah produk *home appliances* dan *spare part* industri. Proses pengerjaan untuk menghasilkan jenis produk otomotif tersebut adalah dengan mencetak Alumunium dan bijih plastik yang selanjutnya akan diproses *machinning* dan *painting*. Pada *casting plant* terdiri dari dua bagian yaitu *gravity casting* dan *die casting*. *Gravity casting* yaitu proses pengecoran logam memanfaatkan gravitasi agar logam cair masuk ke setiap rongga *mould*. Sedangkan *die casting* yaitu proses pengecoran dengan cara logam yang sudah dicairkan dimasukkan ke mesin injeksi *die casting* kemudian logam tersebut di tekan menggunakan piston untuk didorong masuk ke dalam *mould*. Informasi mengenai *Casting & Machinning Plant* dan *Plastic Injection & Painting Plant* adalah sebagai berikut:

1) Informasi mengenai *Plant Casting & Machinning*, antara lain:

Luas Pabrik	: 13.000 m ²
Jumlah Karyawan	: 300 orang
Proses Produksi	: - <i>High Press Die Casting 250-900T</i> - <i>Gravity Casting size max. 600 x 800</i> - <i>CNC Machinning</i>
Produk yang Dihasilkan	: Komponen Otomotif, <i>Lighting components</i> , <i>Home Appliances</i>
Kapasitas Produksi	: 3.000 ton/tahun
Sistem Kualitas	: - ISO 900 (Sejak Tahun 1995) - QS 9000 (Sejak Tahun 1999) - TS 16949 (Sejak Tahun 2005)

2) Informasi mengenai *Plastic Injection & Painting Plant*, antara lain:

Luas Pabrik	: 8.500 m ²
Jumlah Karyawan	: 112 orang
Process	: <i>Plastic Injection Molding 130-480T, Painting Line.</i>
Produk yang Dihasilkan	: Komponen Otomotif, <i>Lighting components, Home Appliances</i>
Sistem Kualitas	: - ISO 900 (Sejak Tahun 1995) - QS 9000 (Sejak Tahun 1999) - TS 16949 (Sejak Tahun 2005)

c. *Pressing*

Pressing Plant menghasilkan produk Tabung Udara untuk Otomotif, Tabung LPG 3 Kg, Tabung LPG 5.5 Kg, tabung LPG 12 Kg, dan Tabung ANG. Informasi mengenai *Plant Pressing*, antara lain:

Luas Pabrik	: 8000 m ²
Jumlah Karyawan	: 100 orang
Proses Produksi	: <i>Stamping 10-300 T, Welding; Blasting, Painting</i>
Produk yang Dihasilkan	: <i>Assy Air Tank, Gas Tank, ANG Tank</i>
Sistem Kualitas	: ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007, SNI Sertified

d. *Cathodic Protection*

Cathodic Protection merupakan produk yang dihasilkan dari Aluminium/Zinc yang berfungsi sebagai pelindung struktur untuk menghindari terjadinya karat/korosi. Produk ini digunakan pada Dermaga, Kapal, Pipa, Anjungan Minyak, Jembatan. Informasi mengenai *Cathodic Protection Plant*, antara lain:

Luas Pabrik	: 300 m ²
Jumlah Karyawan	: 20 orang
Proses Produksi	: <i>Melting, Casting, Stamping, Packing</i>

Produk yang Dihasilkan	: Zinc Anoda, Alumunium Anoda, Magnesium Anoda, HDPE <i>Coating</i> / HDPE <i>Jacketing</i>
Sistem Kualitas	: ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007, NACE <i>Standard</i> , DNV <i>Standard</i> , British <i>Standard</i>

2. Divisi Konstruksi

Usaha strategis yang dikelola Divisi Konstruksi antara lain:

a. *Industrial Plant*

PT XYZ selama ini banyak mengerjakan fasilitas *coment mill* (*silo, transport system/conveyor, storage, plant production, packing plant* dan *geocycle*), fasilitas *coal mining* (*crusher* dan *transport system*), fasilitas pabrik pengolahan minyak kelapa sawit (PKS), fasilitas pergudangan dan pabrik makanan & minuman.

b. Pabrik Kelapa Sawit

c. *Oil & Gas*

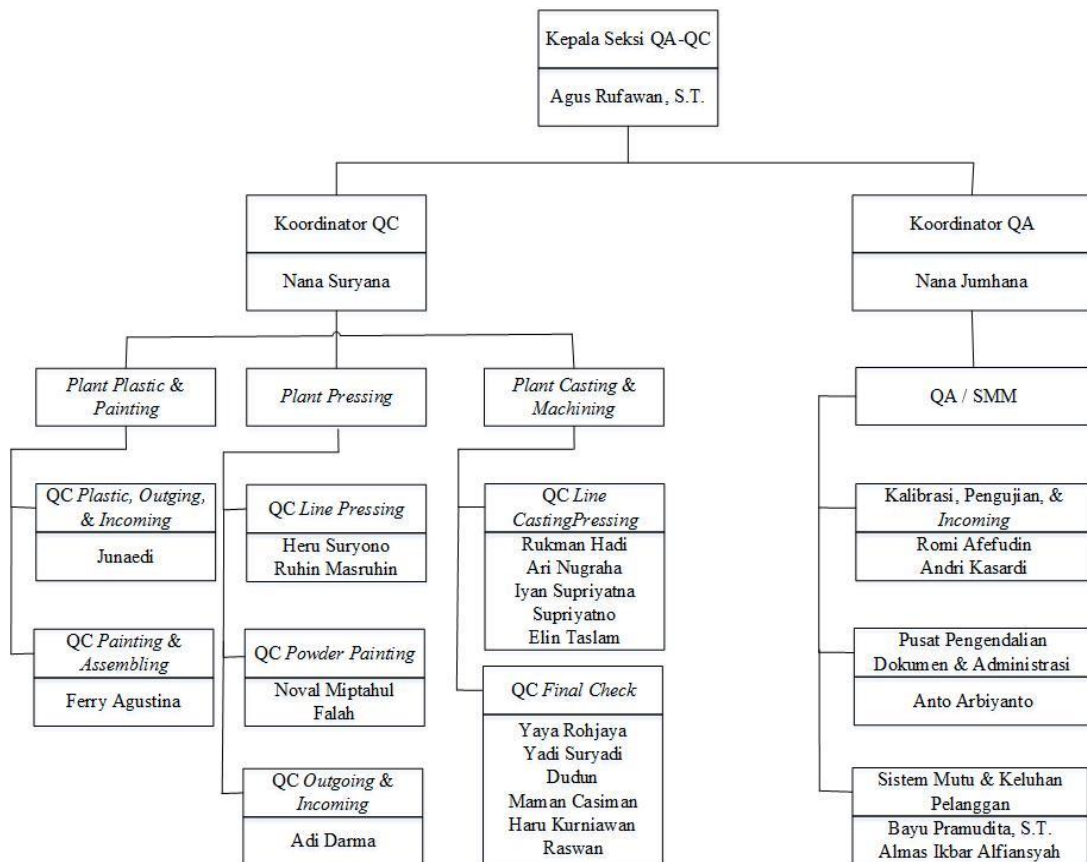
Di bidang *Oil & Gas*, PT XYZ berpengalaman dalam pekerjaan pembuatan fasilitas produksi, *storage tank, pipe line*, dan fasilitas pendukung lainnya.

4.1.2 Struktur Organisasi dan *Job Description* Bagian *Quality* PT XYZ

Setiap perusahaan dalam menjalankan kegiatan operasionalnya membutuhkan suatu struktur organisasi dan *Job Description* untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan. Struktur Organisasi dan *Job Description* bagian *quality* PT XYZ adalah sebagai berikut:

1. Struktur Organisasi Bagian *Quality* PT XYZ

Struktur organisasi merupakan faktor yang penting dalam perkembangan suatu organisasi karena akan menentukan mekanisme orang-orang yang bekerja dalam organisasi. Penyusunan struktur organisasi merupakan langkah terencana dalam suatu perusahaan untuk melaksanakan fungsi perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengawasan. Struktur organisasi bagian *quality* PT XYZ dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi Bagian Quality PT XYZ
(Sumber: PT XYZ, 2017)

2. Job Description

Job Description merupakan pernyataan tertulis yang menjelaskan mengapa pekerjaan ada, apa yang dilakukan pemegang pekerjaan sebenarnya, bagaimana mereka melakukannya dan dalam kondisi apa pekerjaan itu dilakukan. Uraian secara garis besar deskripsi pekerjaan pada struktur organisasi bagian *quality* PT XYZ adalah sebagai berikut:

a. Kepala Seksi *Quality Assurance-Quality Control* (QA-QC)

Tugas pokok yang dimiliki oleh Kepala Seksi QA-QC PT XYZ berupa tugas perencanaan dan pelaksanaan. Tugas pokok untuk kepala seksi QA-QC PT XYZ antara lain:

1) Perencanaan, tugas yang dilakukan adalah:

- Menyajikan rencana kerja QA-QC
- Menyajikan *Standard Operational Procedure* (SOP) lingkup QA-QC
- Menyajikan rencana pengawasan dan pengujian

- d) Menyajikan perencanaan standarisasi yang terkait dengan QA-QC yang meliputi metode kerja, laporan bulan fungsi QA-QC.
- e) Menyajikan Instruksi Kerja.
- f) Menyajikan rencana “*Safety Plan*”.
- g) Menyajikan jadwal, penyuluhan ISO/TS 16949:2009, kalibrasi alat, dan pemeliharaan alat uji.

2) Pelaksanaan, tugas yang dilakukan adalah:

- a) Melaksanakan evaluasi prakualifikasi pemasok
- b) Melaksanakan penerapan sistem manajemen mutu ISO/TS 16949:2009 dan sistem manajemen mutu lainnya yang dikembangkan perusahaan.
- c) Mengendalikan mutu produk sesuai dengan standar.
- d) Melaksanakan kalibrasi alat.
- e) Mengembangkan proses yang lebih efisien.
- f) Bersama fungsi terkait menyajikan rencana mutu dan instruksi kerja pada proses produksi.
- g) Tersedianya gambar kerja dan alat produksi serta alat bantu penunjang dengan baik.
- h) Melaksanakan koordinasi.
- i) Membina bawahan yang menjadi tanggung jawabnya sesuai dengan arah perkembangan perusahaan.
- j) Membuat laporan bulanan di fungsi teknik & quality assurance
- k) Menerapkan sistem kerja Ringkas, Rapih, Resik, Rawat, dan Rajin (5R).

b. Koordinator QA-QC

Tugas untuk koordinator QA-QC PT XYZ, adalah sebagai berikut:

- 1) Mengkoordinasikan aktivitas quality yang menjadi tanggung jawabnya seperti (*Incoming, inprocess, outgoing inspection, Statistical Process Control* dan *lay out inspection*).
- 2) Melakukan supervisi *quality*.

- 3) Melaksanakan rencana perbaikan keluhan pelanggan dan perbaikan internal dengan prinsip *Man, Machine, Method, Material, and Environment* (4M+1E) dan *What, Why, When, Where, Who, and How* (5W+1H).
 - 4) Menindaklanjuti/mencari alternatif solusi untuk kelancaran kinerja yang menjadi tanggung jawabnya.
 - 5) Memverifikasi aktivitas yang menjadi tanggung jawabnya.
 - 6) Membuat instruksi kerja dan *check sheet* untuk pelaksanaan proses yang menjadi tanggung jawab koordinasinya.
 - 7) Melakukan komunikasi yang harmonis untuk mendukung pencapaian kinerja.
 - 8) Menerapkan Sistem Manajemen Mutu ISO/TS 16949:2009 yang terkait dengan fungsi *quality* sistem.
 - 9) Menerapkan sistem kerja 5R.
- c. Staf QC pada Proses Produksi
- QC pada proses produksi meliputi QC pada *Line Plastic, Painting, Pressing*, serta *Casting & Machining*. Tugas untuk QC pada proses produksi PT XYZ antara lain adalah sebagai berikut:
- 1) Memahami kualitas yang akan di inspeksi (Standar *request customer*).
 - 2) Memahami cara inspeksi (kualitas visual dan dimensi).
 - 3) Memasang *limit sample* sesuai produk proses di area inspeksi / mesin
 - 4) Melakukan inspeksi dengan mengisi *check sheet* setiap proses sebanyak 3 kali sehari per shift.
 - 5) Acuan dasar inspeksi adalah *limit sample & check sheet / request customer*.
 - 6) Melakukan *check sheet* parameter dan memberi paraf *check sheet* parameter proses.
- Item yang dikontrol, antara lain:
- 1) Komponen yang akan diproses benar (material, komponen).
 - 2) Cara *assembling* benar (untuk *assembling*).
 - 3) Cara *finishing* benar (untuk *finishing*).

- 4) *Limit sample* sudah terpasang di area proses (Area *assy*, area injeksi, *casting*, *pressing*, *painting*, dan *finishing*).
 - 5) *Flow process* (*assy*, area injeksi, *casting*, *pressing*, *painting*, dan *finishing*) Benar, ada *gating quality*.
 - 6) Marking dilakukan sesuai kesepakatan dengan customer terakhir (bentuk, posisi, warna)
 - 7) Operator memilah produk dengan benar sesuai dengan status kualitas.
 - 8) Produk hasil pilah inspeksi di taruh pada box sesuai statusnya. Box merah adalah tempat untuk produk *Not Good* (NG) dan box kuning adalah tempat untuk produk *repair*.
 - 9) *Good Product* hasil proses yang diletakkan dalam box diberi label jelas yaitu dengan nama, jumlah, status, dan tanggal.
 - 10) Yakinkan produk NG / *repair* sudah di pindahkan sebelum pulang atau ganti produk.
 - 11) Mengembalikan *limit sample* produk setiap selesai proses pada tempatnya.
 - 12) Melakukan 5 R dan yakinkan lingkungan kerja bersih & rapih.
 - 13) Melakukan paraf pada laporan hasil produksi.
 - 14) Menyimpan *check sheet* sebagai *document quality*.
- d. Staf Kalibrasi dan Pengujian.
- Tugas untuk staf kalibrasi dan pengujian, antara lain adalah:
- 1) Melakukan pengujian/pengukuran yang bersifat situasional sesuai dengan work order yang diterima.
 - 2) Melakukan pengujian/pengukuran untuk kelengkapan dokumen Sistem Manajemen Mutu (SMM) ISO/TS 16949:2009 (Lay-out Inspection).
 - 3) Melaksanakan kalibrasi alat ukur sesuai prosedur yang ditetapkan.
 - 4) Meninjau/memeriksa sistem perawatan alat ukur yang ada di pabrik
 - 5) Melaksanakan kajian *Measurement System Analyze* (MSA) sesuai rencana yang telah ditetapkan.
 - 6) Membuat laporan kalibrasi secara bulanan.

7) Menerapkan Sistem Manajemen Mutu ISO/TS 16949:2009 yang terkait dengan fungsinya.

8) Menerapkan sistem kerja 5R.

e. Staf Pusat Pengendalian Dokumen (PPD) dan Administrasi.

Tugas yang dilakukan staf PPD dan Administrasi bagian *quality* PT XYZ antara lain adalah:

- 1) Melaksanakan sistem dokumentasi (hasil inspeksi/ dokumen pelanggan, administrasi, dan lain-lain) pada seksi *quality assurance* sesuai prosedur yang sudah ditetapkan.
- 2) Membuat laporan kinerja seksi *quality assurance* yang meliputi tingkat *reject internal* dan *eksternal*.
- 3) Melakukan pengesahan terhadap lembar periksa untuk aktivitas inspeksi *quality control*.
- 4) Mengajukan permohonan untuk melengkapi Alat Tulis Kantor (ATK) atau barang sesuai dengan kebutuhan.
- 5) Melakukan komunikasi yang harmonis untuk mendukung pencapaian kinerja.
- 6) Mengendalikan dokumen ISO/TS 16949 : 2009 sesuai prosedur.
- 7) Menerapkan sistem kerja 5R.

f. Staf Sistem Mutu dan Keluhan Pelanggan

Tugas yang dilakukan staf Sistem Mutu dan Keluhan Pelanggan bagian *quality* PT XYZ antara lain adalah:

- 1) Melaksanakan Sistem Manajemen Mutu ISO/TS 16949:2009 di internal pabrik.
- 2) Melaksanakan aktivitas yang berkaitan dengan audit pelanggan dan audit internal yang mencakup:
 - a) Dokumentasi laporan hasil audit.
 - b) Menyiapkan dan merekap rencana tindakan perbaikan.
 - c) Memantau tindak lanjut yang dilaksanakan sesuai jadwal yang telah ditetapkan.
 - d) Menyiapkan dokumen untuk verifikasi.

- 3) Melakukan komunikasi yang harmonis untuk mendukung pencapaian kinerja.
- 4) Menerapkan sistem kerja 5R.
- 5) Membuat laporan kinerja seksi quality assurance yang meliputi Catatan Penyimpangan Produk (CPP) dan Permintaan Tindakan Korektif dan Perbaikan (PTKP), *Cost Of Quality*, dan temuan audit.
- 6) Menyelesaikan dan membuat laporan *Customer Complain*.

4.1.3 Visi dan Misi PT XYZ

Visi dan Misi menjadi sesuatu hal yang penting bagi perusahaan agar tujuan yang telah ditetapkan dapat tercapai. Visi dan Misi PT XYZ, yaitu:

1. Visi PT XYZ

Visi yang ditetapkan oleh PT XYZ adalah sebagai berikut:

“Menjadi perusahaan terkemuka di bidang industri manufaktur dan konstruksi di Indonesia.”

2. Misi PT XYZ

Untuk mencapai visi tersebut, maka ditetapkan misi-misi perusahaan sebagai berikut:

- a. Menghasilkan produk dan jasa konstruksi yang sesuai dengan tuntutan pelanggan.
- b. Memproduksi produk alumunium *casting*, plastik, dan *press part* yang berkualitas untuk memberikan nilai tambah bagi semua pihak.
- c. Mengimplementasikan/mengintegrasikan sistem manajemen yang terpadu secara praktis.
- d. Komitmen terhadap pelaksanaan nilai-nilai perusahaan.

4.1.4 Peraturan Perusahaan

Untuk menciptakan suasana kerja yang nyaman, maka diperlukan tatanan peraturan yang dapat mendukung terciptanya suasana di atas. Peraturan tersebut diharapkan dapat membentuk kedisiplinan yang tinggi sehingga produktivitas meningkat. Peningkatan produktivitas ini tidak lupa mengacu pada standar mutu dan kuantitas, yang semua itu ditandai dengan *Quality Control Cycle* (QCC), *Quality Control Project* (QCP), dan *Suggestion System* (SS) yang semakin

meningkat dan *circle time* yang semakin membaik. Peraturan yang berlaku di PT XYZ diantaranya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Setiap karyawan wajib melaksanakan setiap peraturan yang berlaku di perusahaan.
2. Setiap karyawan wajib melaksanakan ketentuan atau kaidah tentang keselamatan kerja dan kesehatan kerja.
3. Setiap karyawan wajib memelihara alat-alat kerja, mengatur dan menempatkannya kembali ke tempat semula.
4. Setiap karyawan wajib menjaga kesehatannya maupun kesehatan lingkungan sekitar (termasuk orang lain).
5. Setiap karyawan wajib memakai alat pengaman maupun pelindung diri terutama di tempat berbahaya.
6. Setiap karyawan wajib berperilaku sopan, baik di dalam maupun diluar perusahaan.
7. Setiap karyawan wajib mengemudikan kendaraan perusahaan sesuai dengan peraturan lalu lintas.
8. Setiap petugas keamanan wajib melaksanakan tugas keamanan sebaik-baiknya
9. Setiap karyawan wajib membina hubungan kerjasama yang baik dengan rekan kerja.

4.1.5 Budaya Perusahaan

Budaya perusahaan merupakan sebuah kebiasaan yang dilakukan seluruh karyawan PT XYZ dalam bekerja agar tercipta perusahaan yang sehat dan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dapat terwujud dengan baik. Untuk mencapai hal tersebut, PT XYZ menggunakan sistem 5R, penjelasan mengenai 5R adalah sebagai berikut:

1. Ringkas, maksudnya adalah menempatkan semua barang pada tempat yang telah ditentukan.
2. Rapi, maksudnya adalah memberi identitas dengan jelas setiap barang serta merapikan penempatannya.
3. Resik, maksudnya adalah membersihkan peralatan dan area kerja sebelum dan sesudah kerja.

4. Rawat, maksudnya adalah menjaga keadaan ringkas, rapi, bersih secara terus-menerus.
5. Rajin, maksudnya adalah mengikuti dan melaksanakan dengan konsisten ketentuan-ketentuan 5R.

4.1.6 Sistem Jam Kerja

PT XYZ menerapkan sistem kerja 5 (lima) hari yaitu dari hari Senin sampai dengan Jumat. Adapun jadwal jam kerja untuk operator produksi dan staf produksi adalah sebagai berikut:

1. Staf kantor

Masuk	: 07.45 WIB
Istirahat	: 11.30 WIB – 12.30 WIB
Break	: 15.30 WIB – 15.50 WIB
Pulang	: 17.15 WIB

2. Staf lapangan dan operator produksi

Shift I

Masuk	: 07.00 WIB
Istirahat	: 11.30 WIB – 12.30 WIB
Break	: 15.30 WIB – 15.50 WIB
Pulang	: 18.00 WIB

Shift II

Masuk	: 19.00 WIB
Break	: 00.00 WIB – 00.20 WIB
Istirahat	: 04.00 WIB – 05.00 WIB
Pulang	: 07.00 WIB

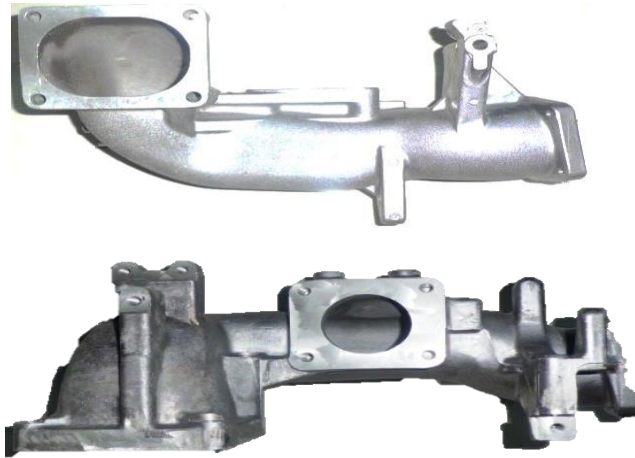
4.1.7 Produk pada *Plant Casting* PT XYZ

Plant casting pada PT XYZ terdiri dari dua jenis proses *casting*, antara lain yaitu *gravity casting* dan *die casting*. *Gravity casting* merupakan proses pengecoran logam memanfaatkan gravitasi agar logam cair masuk ke setiap rongga *mould*. Sedangkan *die casting* merupakan proses pengecoran dengan cara logam yang sudah dicairkan dimasukkan ke mesin injeksi *die casting* kemudian

logam tersebut di tekan menggunakan piston untuk didorong masuk ke dalam *mould*.

1. Gravity Casting

Produk yang dihasilkan pada *gravity casting* diantaranya adalah produk otomotif yaitu *Pipe Intake*. *Pipe Intake* merupakan komponen perakitan *Intake Manifold* pada mesin diesel truk model Y230, yang berfungsi untuk memasok udara ke silinder mesin diesel. *Pipe Intake* yang diproduksi di PT XYZ memiliki beberapa macam tipe antara lain yaitu *Pipe Intake* tipe N555R, *Pipe Intake* tipe N558R, *Pipe Intake* tipe N556R, *Pipe Intake* tipe N557R, dan *Pipe Intake* tipe N728R. Gambar produk *Pipe Intake* N555R dapat dilihat pada Gambar 4.2. Gambar produk *Pipe Intake* N558R dapat dilihat pada Gambar 4.3. Gambar produk *Pipe Intake* N556R dapat dilihat pada Gambar 4.4. Gambar produk *Pipe Intake* N557R dapat dilihat pada Gambar 4.5. Gambar produk *Pipe Intake* N728R dapat dilihat pada Gambar dan 4.6.



Gambar 4.2 *Pipe Intake* N555R
(Sumber: PT XYZ, 2017)



Gambar 4.3 *Pipe Intake* N558R
(Sumber: PT XYZ, 2017)



Gambar 4.4 *Pipe Intake* N556R
(Sumber: PT XYZ, 2017)



Gambar 4.5 *Pipe Intake N557AR*
(Sumber: PT XYZ, 2017)



Gambar 4.6 *Pipe Intake N728R*
(Sumber: PT XYZ, 2017)

2. *Die Casting*

Produk yang dihasilkan pada *die casting* diantaranya adalah produk otomotif salah satunya yaitu *gear case timing* dan produk non otomotif salah satunya yaitu *S/M Housing*. Produk *gear case timing* yaitu salah satu komponen otomotif dalam perakitan engine dan permesinan. Gambar *gear case timing* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 *Gear Case Timing*
(Sumber: PT XYZ, 2017)

Selain memproduksi komponen otomotif, *plant die casting* PT XYZ juga memproduksi komponen non otomotif yaitu *M Housing*. *M Housing* merupakan produk yang digunakan sebagai rumah lampu yang di tempatkan pada jalan raya unutm penerangan jalan. Gambar produk *M Housing* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 M Housing
(Sumber: PT XYZ, 2017)

4.1.8 Proses Produksi *Pipe Intake* pada *Plant Gravity Casting*

Pada proses *gravity casting*, aluminium cair dituangkan pada rongga cetakan yang terbuat dari pasir (*sand core*), besi cor atau paduan baja tahan panas lainnya. Proses ini hanya memanfaatkan gaya gravitasi saja tanpa adanya gaya tekan mekanis. Aluminium cair mengalir ke dalam cetakan dan membeku dengan cepat selama proses pengecoran berlangsung. Hasil pengecoran dengan sistem ini memiliki permukaan yang halus dan dimensi yang cukup akurat, selain juga memiliki sifat mekanis dan ketahanan tekan yang sangat baik.

Proses produksi pada *Plant Gravity Casting* PT XYZ secara umum adalah sebagai berikut:

1. Peleburan Aluminium (*melting*)

Untuk proses peleburan menggunakan dapur peleburan dengan bahan bakar gas. Pada saat peleburan tidak menggunakan aluminium ingot seluruhnya, akan tetapi menggunakan campuran antara aluminium ingot dan *scrap*. Perbandingannya yaitu 60% untuk aluminium ingot dan 40% untuk *scrap* dengan kapasitas dapur peleburan (*melting*) yaitu 500 kg untuk sekali peleburan. *Scrap* yang dimaksud adalah produk *Not Good* (NG) dan *runner* dari hasil proses *casting*. Dalam prosesnya material ingot dilebur dengan temperatur 820°C – 840°C dalam tungku *melting*, penunjuk skala temperatur menggunakan *thermo couple*. Gambar dapur peleburan pada area *melting* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Ruang Dapur Peleburan (*Melting*)
(Sumber: PT XYZ, 2017)

2. *Pouring and Supply*

Setelah alumunium melalui proses *melting*, kemudian aluminium cair didistribusikan ke mesin *gravity casting* menggunakan *ladle transport*. *Ladle transport* adalah sebuah *crubicle* kecil dengan kapasitas 100 kg, yang dapat diangkat dengan *hoist crane* pada saat pendistribusian. Untuk menjaga agar suhu aluminium cair tidak turun secara drastis saat didistribusikan, maka *ladle transport* dipanaskan terlebih dahulu selama minimal 15 menit menggunakan *burner*. Dari *ladle transport* aluminium cair dimasukkan kedalam *holding furnace*. Dalam *holding furnace* aluminium cair distabilkan panasnya pada suhu pencetakan, yaitu pada suhu 820°C-830°C. Pada kondisi ini alumunium cair akan terlihat berwarna putih kemerahan, sedangkan suhu 820°C - 840°C digunakan pada proses *melting* dikarenakan pada saat pendistribusian suhu aluminium cair akan mengalami penurunan. Gambar tungku *holding* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Tungku Holding
(Sumber: PT XYZ, 2017)

3. Pengecoran (*casting*)

Gravity casting adalah proses cetak aluminium dengan memanfaatkan gaya gravitasi tanpa adanya gaya tekan mekanis dimana cairan aluminium melalui proses *tilting* (gerakan mesin dari posisi horizontal ke vertikal) untuk masuk ke cetakan besi secara perlahan. Proses cetak menggunakan mesin *gravity casting*. Pada proses *gravity casting*, aluminium cair dituangkan pada rongga cetakan yang terbuat dari pasir, besi cor atau paduan baja tahan panas lainnya. Ruang proses *gravity casting* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Ruang Proses *Gravity Casting*
(Sumber: PT XYZ, 2017)

4. Bongkar *core* (*Hammer*)

Proses bongkar *core* dilakukan untuk menghilangkan *core* yang ada dalam produk (*gravity casting*) dengan cara menggetarkan produk hingga *core* retak dan hancur. Setelah *core* menjadi hancur, maka *core* dapat dikeluarkan dari dalam produk. Ruang kerja untuk proses bongkar *core* dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Ruang Proses Bongkar *Core* (*Hammer*)
(Sumber: PT XYZ, 2017)

5. Proses Potong (*Cutting*)

Proses potong (*cutting*) dilakukan untuk memotong bagian *gate* dengan menggunakan mesin *Bend Saw*. *Gate* merupakan saluran masuk yang menghubungkan *runner* dengan rongga cetak (*cavity*). *Bend Saw* adalah mesin gergaji pita dengan kemampuan memotong bentuk-bentuk yang tidak lurus atau lengkung yang tidak beraturan. Gambar mesin *Bend Saw* dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Mesin *Bend Saw*
(Sumber: PT XYZ, 2017)

6. Proses *Finishing Casting*

Pada proses ini menggunakan beberapa alat dan mesin pembantu diantaranya adalah kikir, mesin *buffing*, mesin *belt sender*, mesin *rotary* dan mesin *sand blasting*. Gambar area *finishing casting* dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Ruang Proses *Finishing Casting*
(Sumber: PT XYZ, 2017)

Proses *finishing casting* adalah proses menghilangkan dan perbaikan visual permukaan produk. Beberapa proses *finishing casting* diantaranya:

a. Proses *Burrrytory*

Adalah proses *machining* atau manual untuk mengurangi atau menghilangkan sisa logam (*chips*) dan menghaluskan permukaan pada benda kerja atau sekeliling *part* yang akan mengganggu pada proses selanjutnya.

b. Proses *Belt Sander*

Adalah proses menghilangkan *runner gate* dan *burry* yang tidak bisa dihilangkan pada proses sebelumnya.

c. Proses *Sand Blasting*

Proses *sand blasting* adalah proses penyemprotan pasir silika ke dalam produk dengan menggunakan mesin *Sand Blaster*, kompresor dan *spray gun*. Tujuan dari proses ini adalah untuk membuang pasir resin dan untuk menghaluskan permukaan dalam produk dari bekas pasir resin. Ruang *sand blasting* dapat dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Ruang *Sand Blasting*
(Sumber : PT XYZ, 2017)

7. Proses *Machining*

Produk yang telah selesai pada proses *finishing* dilanjutkan pada proses *machining*. Proses tersebut terdiri dari proses pengeboran, pengetapan dan pemotongan. Mesin yang dipakai mulai mesin manual hingga mesin otomatis yang menggunakan kode-kode masukan yang sudah terkomputerisasi. Ruang proses *machining* dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Ruang Proses *Machining*
(Sumber : PT XYZ, 2017)

8. *Finishing*

Terdapat beberapa kegiatan *finishing* setelah proses *machining* dilakukan yaitu uji kebocoran (*leak test*), proses pencucian dan pembersihan (*washing*), proses inspeksi akhir (*final inspection*) dan proses pengemasan (*packaging*).

a. Uji Kebocoran (*Leak Test*)

Untuk komponen-komponen yang langsung berhubungan dengan benda cair seperti halnya oli, maka diadakan pengecekan kebocoran menggunakan *leak tester*. Mesin *leak tester* menggunakan *cosmo*. *Cosmo* adalah sensor kebocoran yang menggunakan angin. Komponen yang diuji terlebih dahulu diklem, lalu angin ditembakkan masuk kedalam komponen. Komponen dimasukkan kedalam bak kaca yang berisi air dengan tekanan udara hingga dua bar. Pemeriksaan dilakukan dengan melihat apakah terdapat gelembung udara yang keluar dari komponen. Apabila tidak terdapat gelembung udara maka produk dinyatakan lulus uji kebocoran. Sebaliknya apabila terdapat gelembung udara maka produk dinyatakan *reject*. Ruang proses uji kebocoran dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Ruang Proses Uji Kebocoran (*Leak Test*)
(Sumber : PT XYZ, 2017)

b. Proses Pencucian dan Pembersihan (*Washing*)

Setelah melalui uji kebocoran, komponen dicuci dan dibersihkan dengan cara menyemprotkan *spray gun* air pada permukaan luar dan dalam komponen dengan teliti lalu komponen dicelupkan ke dalam bak air panas. Setelah itu komponen dikeringkan dengan menyemprotkan *spray gun* angin sampai kering lalu komponen disusun pada keranjang komponen baik atau keranjang komponen *Not Good* (NG). Ruang proses *washing* dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Ruang Proses Pencucian & Pembersihan (*Washing*)
(Sumber : PT XYZ, 2017)

c. Proses Inspeksi Akhir (*Final Inspection*)

Produk dicek kembali secara visual untuk memastikan komponen lolos kualifikasi untuk selanjutnya dilakukan proses pengemasan (*packaging*). Ruang proses inspeksi akhir dapat dilihat pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19 Ruang Proses Inspeksi Akhir (*Final Inspection*)
(Sumber : PT XYZ, 2017)

d. Proses Pengemasan (*Packaging*)

Setelah lulus inspeksi akhir, komponen dikemas dengan pengemas yang telah ditentukan. Komponen disusun pada keranjang besi dengan menggunakan sekat karton lalu menutup bagian atas komponen dengan karton selanjutnya ditutup dengan plastik. Keranjang besi yang sudah penuh terisi komponen selanjutnya ditempatkan di gudang barang jadi. Ruang proses *packing* dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Ruang Proses Pengemasan (*Packaging*)
(Sumber : PT XYZ)

4.1.9 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat *Plant Gravity Casting* Periode Maret 2017

Data diperoleh dari hasil produksi pada bulan Februari 2017. Data jumlah produksi dan cacat hasil produksi *gravity casting* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Produksi dan Jumlah Cacat Hasil Produksi *Gravity Casting* bulan Maret 2017

No.	Produk	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Persentase Cacat per Produk (%)	Persentase Cacat Keseluruhan (%)
1	<i>Pipe Intake N555R</i>	1.179	309	26%	46%
2	<i>Pipe Intake N558R</i>	1.065	132	12%	19%
3	<i>Pipe Intake N556R</i>	761	94	12%	14%
4	<i>Pipe Intake N728R</i>	967	78	8%	11%
5	<i>Pipe Intake N557AR</i>	1.386	66	5%	10%
Total (unit)		5.358	679		100%

(Sumber: PT XYZ, 2017)

Data pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa *Pipe Intake* N555R memiliki persentase cacat terbesar yaitu 26% dengan jumlah cacat sebanyak 309 unit dari 1.179 unit produk yang dihasilkan. Selain itu, persentase cacat produk *Pipe Intake* N555R juga merupakan jumlah cacat terbesar diantara produk lain yang diproduksi selama bulan Maret yaitu sebesar 46% dari total produksi pada bulan Maret 2017. Berdasarkan data tersebut penulis melakukan penelitian lebih lanjut terhadap proses produksi *Pipe Intake* N555R.

4.1.10 Jenis Cacat *Pipe Intake* N555R pada Proses *Casting*

Jenis cacat yang terjadi pada proses *casting* *Pipe Intake* N555R bulan Maret 2017 adalah keropos, misrun, dan kempot. Penjelasan mengenai jenis-jenis cacat tersebut adalah sebagai berikut:

1. Keropos (*Porosity*)

Keropos adalah cacat pada coran yang biasanya disebabkan oleh cetakan yang kotor atau peleburan yang kotor, kemudian bisa juga disebabkan oleh temperatur cairan logam yang tidak sesuai. Gambar cacat keropos dapat dilihat pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Cacat Keropos
(Sumber: PT XYZ, 2017)

2. Misrun (*Flow Line*)

Misrun adalah sejenis cacat pada proses pengecoran yang terjadi karena pengisian cairan pada cetakan (*mould*) tidak penuh atau dengan kata lain cacat ini terjadi akibat pembekuan cairan metal yang prematur sebelum cetakan terisi penuh. Gambar cacat misrun dapat dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Cacat Misrun
(Sumber: PT XYZ, 2017)

3. Kempot (*Shrinkage*)

Cacat kempot (*shrinkage*) timbul akibat kegagalan dari mengganti kekurangan cairan logam dan penyusutan pembekuan. Gambar cacat *shrinkage* (kempot) dapat dilihat pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Cacat *Shrinkage* (Kempot)
(Sumber: PT XYZ)

4.1.11 Data Jumlah Produksi dan Jumlah Cacat *Pipe Intake* N555R

Data diperoleh dari hasil produksi pada bulan Maret 2017. Jumlah cacat yang diamati yaitu jumlah yang diproduksi selama 1 *Shift* pada proses *casting* produk *Pipe Intake* N555R. Data hasil pengamatan terhadap jumlah produksi dan jumlah cacat pada proses *casting* untuk produk *Pipe Intake* N555R diuraikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data Produksi Proses *Casting Pipe Intake* N555R Beserta Jumlah dan Jenis Cacat pada Bulan Maret 2017

No	Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Jenis Cacat		
				Misrun	Keropos	Kempot
1	01/03/17	49	14	2	12	0
2	02/03/17	57	8	0	8	0
3	03/03/17	38	12	2	10	0
4	06/03/17	42	4	0	4	0
5	07/03/17	37	7	1	6	0
6	08/03/17	46	5	0	4	1
7	09/03/17	57	26	1	25	0
8	10/03/17	40	12	2	9	1
9	13/03/17	66	18	2	16	0
10	14/03/17	66	11	2	9	0
11	15/03/17	42	18	3	14	1
12	16/03/17	85	43	8	26	9
13	17/03/17	67	12	2	9	1
14	20/03/17	89	24	6	16	2
15	21/03/17	66	10	2	8	0
16	22/03/17	39	8	3	5	0
17	23/03/17	43	16	2	14	0
18	24/03/17	32	9	0	9	0
19	27/03/17	60	10	2	8	0
20	28/03/17	42	6	0	6	0
21	29/03/17	69	28	3	25	0
22	30/03/17	47	8	0	8	0

(Sumber: Pegumpulan Data)

4.2 Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data dengan menggunakan konsep DMAIC. Di dalam konsep DMAIC terdapat beberapa alat yang membantu dalam pengolahan data. Dalam pengolahan data ini dilakukan dua tahapan yaitu tahap *define* dan tahap *measure*.

4.2.1 Tahap *Define*

Langkah pertama dalam peningkatan kualitas *six sigma* adalah *define*. Pada tahap ini, tahap yang perlu dilakukan adalah mendefinisikan beberapa hal yang terkait dengan kriteria pemilihan proyek dan kebutuhan spesifik pelanggan yang akan tergambar dalam diagram SIPOC.

1. Pemilihan Proyek

Proyek perbaikan kualitas dengan menggunakan metode DMAIC ini dilaksanakan pada pembuatan *Pipe Intake* N555R pada proses *casting*. Pemilihan proyek ini dilakukan karena proses *casting* adalah proses awal dari pembuatan *Pipe Intake* N555R sebelum masuk ke proses berikutnya yaitu *machining*. Tujuan dari pemilihan proyek ini dikarenakan banyak temuan cacat pada *Pipe Intake* N555R, sehingga diperlukan banyak pengerjaan ulang atau *repair* pada *Pipe Intake* N555R.

Setelah ditentukan ditentukan *section* produksi *casting* yang menjadi tempat dalam proyek peningkatan kualitas ini, selanjutnya dilakukan pemilihan jenis cacat yang terdapat pada *Pipe Intake* N555R pada proses *casting*. Terdapat tiga jenis cacat yang terjadi yaitu keropos, misrun, dan kempot selama pengamatan pada bulan Maret 2017.

Pembuatan diagram Pareto bertujuan untuk mengidentifikasi persoalan cacat utama yang timbul agar dapat diketahui jenis cacat yang menjadi prioritas untuk ditangani. Berdasarkan data jumlah produksi dan jumlah cacat hasil *casting Pipe Intake* N555R pada Tabel 4.2, dengan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan total cacat dan persentase cacat. Perhitungan persentase cacat dihitung dengan cara membagi kategori total dengan keseluruhan total dikalikan dengan 100. Perhitungan untuk total cacat dan persentase cacat keropos adalah:

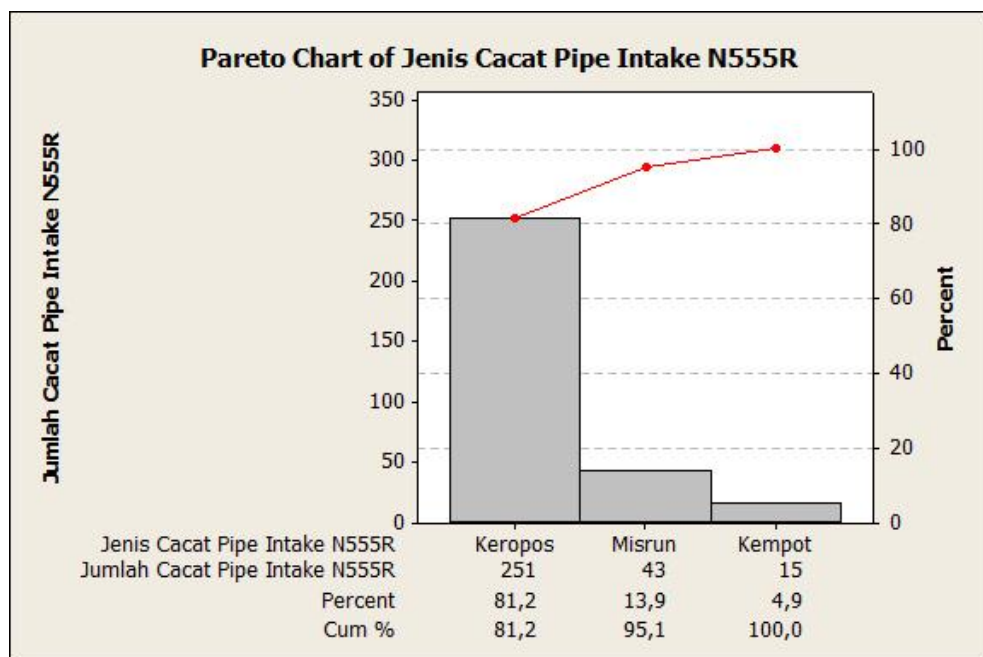
$$\begin{aligned}\text{Total cacat keropos} &= 12 + 8 + 10 + 4 + 6 + 4 + 25 + 9 + 16 + 9 + 14 + \\ &\quad 26 + 9 + 16 + 8 + 5 + 14 + 9 + 8 + 6 + 25 + 8 \\ &= 251 \text{ Unit}\end{aligned}$$

$$\text{Persentase cacat keropos} = \frac{\text{Total Cacat Keropos}}{\text{Total Cacat}}$$

$$= \frac{251}{309} \times 100\%$$

$$= 81,23\%$$

Untuk perhitungan persentase cacat lainnya dapat dilakukan dengan cara yang sama. Setelah persentase cacat dan persentase kumulatif masing-masing cacat didapatkan, selanjutnya adalah membuat diagram Pareto dengan menggunakan *software* minitab. Diagram Pareto untuk jenis cacat pada hasil proses *casting* *Pipe Intake* N555R dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Diagram Pareto Persentase Cacat *Pipe Intake* pada Proses *Casting*

(Sumber: Pengolahan Data Menggunakan Minitab)

2. Pembuatan Diagram *Supplier-Input-Process-Output-Customer* (SIPOC)

Dalam proyek peningkatan kualitas, tahapan proses dimodelkan dalam diagram SIPOC. Diagram SIPOC merupakan alat yang berguna dalam peningkatan proses untuk mengetahui aliran kerja. Pembuatan diagram SIPOC untuk pembuatan *Pipe Intake* pada proses *casting* adalah sebagai berikut:

a. *Supplier*

Supplier pada proses *casting* adalah peleburan aluminium (*melting*) dan *sand blowing*.

b. Input

Input yang digunakan untuk proses *casting Pipe Intake* adalah operator *casting*, mesin *gravity casting*, dan material yang terdiri dari; *sand core*, cairan aluminium, dan *modifier*.

c. Process

Proses *casting Pipe Intake* N555R terdiri dari proses pencetakan aluminium cair menggunakan mesin *gravity casting*, setelah hasil cetakan sudah jadi lalu dilakukan proses bongkar *core* untuk menghilangkan *core* yang ada dalam produk, proses *cutting*, dan proses *finishing casting* (proses kikir, *buffing*, *rotary*, *sand blasting*).

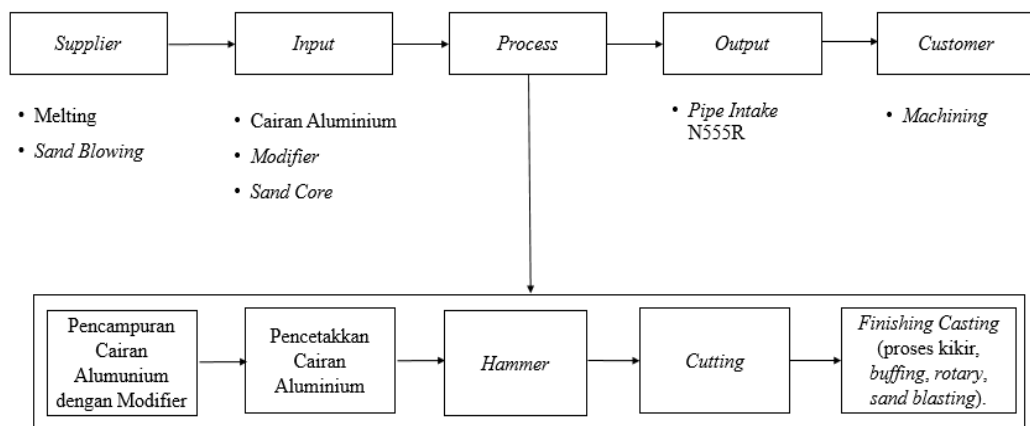
d. Output

Output dari proses *casting* adalah *Pipe Intake* N555R.

e. Customer

Customer dari proses *casting* adalah proses selanjutnya yaitu proses *machining*.

Penjelasan secara singkat mengenai diagram SIPOC proses pembuatan *Pipe Intake* N555R dapat dilihat pada Gambar 4.25.

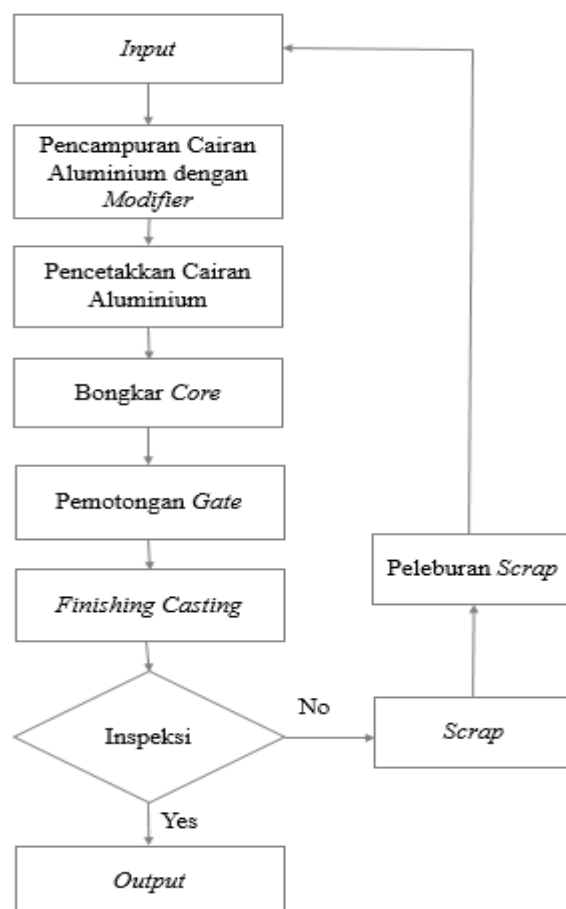


Gambar 4.25 Diagram SIPOC Proses *Casting Pipe Intake* N555R
(Sumber: Pengolahan Data)

3. Diagram Alir Proses

Pembuatan diagram alir proses berguna untuk mendapatkan pemahaman yang jelas mengenai proses yang terjadi pada proses produksi. Diagram pembuatan *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* diawali dengan memasukkan bahan

baku cairan aluminium dicampur dengan *modifier*, lalu dilakukan proses *casting*. setelah produk selesai dicetak lalu dilakukan proses bongkar *core* (*hammer*), setelah itu dilakukan proses *cutting* untuk memotong bagian *gate* pada produk, lalu dilakukan proses *finishing casting*. Proses selanjutnya yaitu dilakukan proses inspeksi. Apabila ditemukan produk yang *Not Good* maka produk menjadi *scrap*, sebaliknya apabila produk yang dihasilkan bagus akan memasuki proses selanjutnya. Diagram alir *Pipe intake* N555R pada proses *casting* dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Diagram Alir *Pipe Intake* N555R pada Proses *Casting*
(Sumber: Pengolahan Data)

4.2.2 Tahap *Measure*

Measure merupakan tindak lanjut dari tahapan *define*, dan menjadi tahap kedua dalam program peningkatan kualitas. Pada tahap ini yang dilakukan adalah menentukan karakteristik kunci yang penting bagi kualitas atau *critical to quality*

(CTQ), dengan membuat peta kendali p, menghitung DPMO (*Defect Per Million Opportunity*) dan level *sigma* yang telah dicapai perusahaan saat ini.

1. Penentuan Critical To Quality

a. Voice of Customer (VOC)

VOC merupakan kebutuhan dan ekspektasi dari pelanggan, baik pelanggan internal maupun pelanggan eksternal. *Customer* dari bagian *casting* adalah bagian *machining*. Terdapat berbagai cara yang dapat dilakukan untuk menjalankan proses ini, seperti wawancara (*interview*) maupun pembuatan dan penyebaran kuisisioner. Dalam pelaksanaan yang dilakukan pada kesempatan kali ini adalah dengan melakukan wawancara mendalam terhadap Kepala Seksi *Quality Control* PT XYZ yang terfokus kepada kebutuhan spesifik dari pelanggan. Beberapa poin yang diambil dari hasil wawancara tentang kebutuhan spesifik dari pelanggan adalah sebagai berikut:

1) Permukaan produk hasil *casting* rata.

Cacat misrun dan kempot yang terjadi pada produk menyebabkan permukaan tidak rata.

2) Permukaan produk hasil *casting* tidak berlubang.

Cacat keropos yang terjadi pada produk menyebabkan permukaan produk berlubang.

b. Critical To Quality (CTQ)

Penentuan CTQ ditetapkan berdasarkan kebutuhan spesifik dari pelanggan. Penetapan CTQ dilihat berdasarkan data yang diperoleh dari VOC dengan melihat hasil wawancara. Tabel *critical to quality* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 *Critical To Quality*

No	<i>Critical To Quality</i>	Kriteria Cacat
1	Permukaan produk rata	Cacat misrun dan kempot yang terjadi pada produk menyebabkan permukaan tidak rata.
2	Permukaan produk tidak berlubang	Cacat keropos yang terjadi pada produk menyebabkan permukaan produk berlubang.

(Sumber: Pengolahan data)

7) Peta Kendali

Ketidaksesuaian yang timbul pada proses *casting Pipe Intake* N555R diakibatkan oleh beberapa jenis cacat yaitu cacat keropos, misrun, dan kempot. Peta kendali yang sesuai digunakan dengan jenis cacat yang terjadi dan 100% inspeksi yang dilakukan adalah peta p. Data yang digunakan adalah data jumlah produksi yang terjadi pada bulan Maret 2017 (Lihat Tabel 4.1). Berdasarkan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan proporsi cacat dan batas-batas kendali.

Perhitungan di bawah ini merupakan contoh dari perhitungan nilai *Center Line* (CL), *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL).

a. Perhitungan CL adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Rumus: } \bar{p} = CL &= \frac{\sum np}{\sum n} \\ CL &= \frac{309}{1179} = 0,2621\end{aligned}$$

Keretangan :

$\bar{p} = CL$ = Garis pusat peta kendali proporsi kesalahan

$\sum np$ = Total cacat

$\sum n$ = Total produk yang diperiksa

b. Perhitungan UCL adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{UCL} &= \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,2621 + 3\sqrt{\frac{0,2621(1-0,2621)}{49}} \\ &= 0,4506\end{aligned}$$

c. Perhitungan LCL adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{LCL} &= \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,2621 - 3\sqrt{\frac{0,2621(1-0,2621)}{49}} \\ &= 0,0736\end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan peta kendali p untuk setiap periode pengamatan ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perhitungan Batas Kendali Proses *Casting Pipe Intake* N555R

NO	Tanggal inspeksi	Jumlah Produksi (Unit/p)	Jumlah Cacat (Unit/np)	Proporsi Cacat (p)	$\bar{p}$	UCL	LCL
1	01/03/17	49	14	0,2857	0,2621	0,4506	0,0736
2	02/03/17	57	8	0,1404	0,2621	0,4368	0,0873
3	03/03/17	38	12	0,3158	0,2621	0,4761	0,0481
4	06/03/17	42	4	0,0952	0,2621	0,4657	0,0585
5	07/03/17	37	7	0,1892	0,2621	0,4790	0,0452
6	08/03/17	46	5	0,1087	0,2621	0,4566	0,0676
7	09/03/17	57	26	0,4561	0,2621	0,4368	0,0873
8	10/03/17	40	12	0,3000	0,2621	0,4707	0,0535
9	13/03/17	66	18	0,2727	0,2621	0,4245	0,0997
10	14/03/17	66	11	0,1667	0,2621	0,4245	0,0997
11	15/03/17	42	18	0,4286	0,2621	0,4657	0,0585
12	16/03/17	85	43	0,5059	0,2621	0,4052	0,1190
13	17/03/17	67	12	0,1791	0,2621	0,4233	0,1009
14	20/03/17	89	24	0,2697	0,2621	0,4019	0,1222
15	21/03/17	66	10	0,1515	0,2621	0,4245	0,0997
16	22/03/17	39	8	0,2051	0,2621	0,4733	0,0508
17	23/03/17	43	16	0,3721	0,2621	0,4633	0,0609
18	24/03/17	32	9	0,2813	0,2621	0,4953	0,0289
19	27/03/17	60	10	0,1667	0,2621	0,4324	0,0918
20	28/03/17	42	6	0,1429	0,2621	0,4657	0,0585
21	29/03/17	69	28	0,4058	0,2621	0,4209	0,1033
22	30/03/17	47	8	0,1702	0,2621	0,4545	0,0696
TOTAL (Σ)		$\Sigma n=1179$	$\Sigma np=309$				

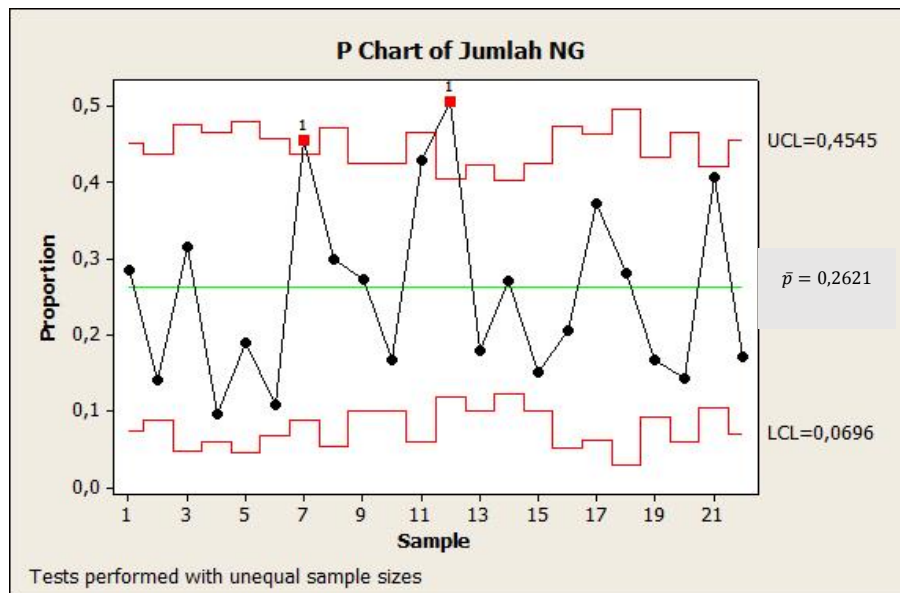
(Sumber: Pengolahan Data)

Setelah melakukan perhitungan batas kendali, selanjutnya dilakukan pembuatan peta kendali p untuk memetakan batas-batas tersebut ke dalam suatu grafik. Tujuannya yaitu untuk melihat apakah data berada dalam batas kendali atau tidak. Jika ada data yang keluar dari batas kendali maka harus dilakukan perhitungan ulang atau revisi agar data berada dalam batas kendali atau dengan kata lain data terkendali secara statistik.

Perhitungan peta kendali p dilakukan dengan menggunakan *software* minitab. Langkah-langkah pembuatan peta p menggunakan *software* minitab adalah sebagai berikut:

- Masukkan data cacat dan ukuran sampel dalam tabel
- Klik Stat ->Control Chart ->P
- Masukkan data cacat dalam *Variable*
- Masukkan ukuran sampel dalam *Subgroups in*
- Klik OK

Peta kendali p untuk proses produksi *Pipe Intake* pada proses *casting* menggunakan *software* minitab dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Peta Kendali p Produksi *Pipe Intake* N555R pada Proses *Casting*
(Sumber: Pengolahan Data dengan Minitab)

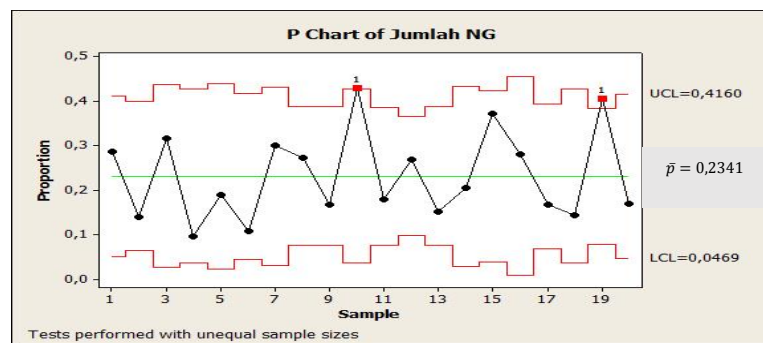
Berdasarkan peta kendali p di atas dapat dilihat ada 2 titik yang keluar batas kontrol yaitu pada data ke-7 tanggal 09 Maret 2017 (jumlah produksi 57 pcs dengan jumlah cacat 26 pcs) dan data ke-12 tanggal 16 Maret 2017 (jumlah produksi 85 pcs dengan jumlah cacat 43 pcs). Untuk itu perlu dilakukan revisi data dengan cara mengurangi data yang berada di luar batas kontrol, dan perhitungan ulang untuk menentukan nilai p, CL, UCL, dan LCL dengan cara yang sama seperti perhitungan sebelumnya. Data hasil revisi perhitungan peta kendali p dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Perhitungan Batas Kendali Proses *Casting Pipe Intake* N555R Revisi Pertama

NO	Tanggal inspeksi	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Cacat (Unit)	Proporsi Cacat (p)	$\bar{p}$	UCL	LCL
1	01/03/17	49	14	0,2857	0,2314	0,4122	0,0507
2	02/03/17	57	8	0,1404	0,2314	0,3990	0,0639
3	03/03/17	38	12	0,3158	0,2314	0,4367	0,0262
4	06/03/17	42	4	0,0952	0,2314	0,4267	0,0362
5	07/03/17	37	7	0,1892	0,2314	0,4394	0,0234
6	08/03/17	46	5	0,1087	0,2314	0,4180	0,0449
7	10/03/17	40	12	0,3000	0,2314	0,4315	0,0314
8	13/03/17	66	18	0,2727	0,2314	0,3872	0,0757
9	14/03/17	66	11	0,1667	0,2314	0,3872	0,0757
10	15/03/17	42	18	0,4286	0,2314	0,4267	0,0362
11	17/03/17	67	12	0,1791	0,2314	0,3860	0,0769
12	20/03/17	89	24	0,2697	0,2314	0,3656	0,0973
13	21/03/17	66	10	0,1515	0,2314	0,3872	0,0757
14	22/03/17	39	8	0,2051	0,2314	0,4340	0,0288
15	23/03/17	43	16	0,3721	0,2314	0,4244	0,0385
16	24/03/17	32	9	0,2813	0,2314	0,4551	0,0078
17	27/03/17	60	10	0,1667	0,2314	0,3948	0,0681
18	28/03/17	42	6	0,1429	0,2314	0,4267	0,0362
19	29/03/17	69	28	0,4058	0,2314	0,3838	0,0791
20	30/03/17	47	8	0,1702	0,2314	0,4160	0,0469
TOTAL (Σ)		$\Sigma n=1037$	$\Sigma np=240$				

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil perhitungan batas kendali setelah revisi, didapatkan grafik peta kendali p setelah revisi, dapat dilihat pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28. Peta Kendali p Produksi *Pipe Intake* N555R pada Proses *Casting* Revisi Pertama
(Sumber: Pengolahan Data dengan Minitab)

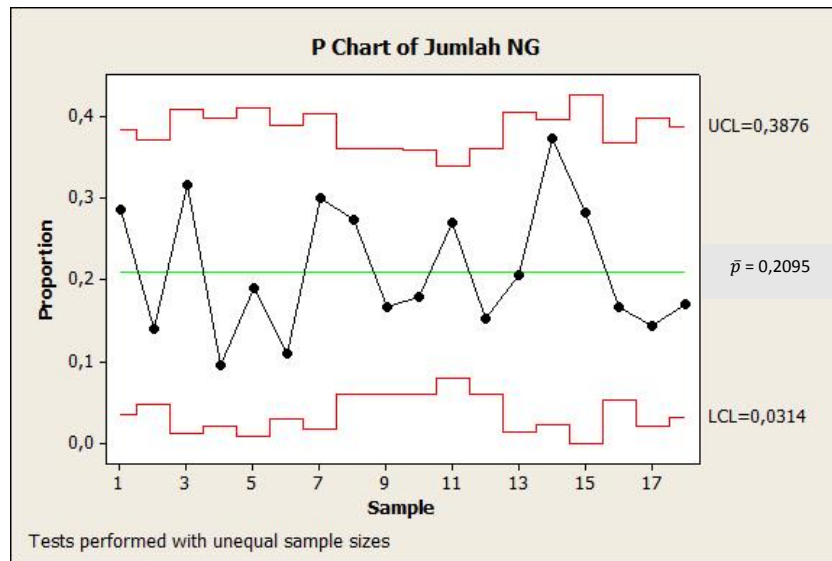
Berdasarkan peta kendali p di atas dapat dilihat ada 2 titik yang keluar batas kontrol yaitu pada data ke-10 tanggal 15 Maret 2017 (Jumlah produksi 42 pcs, dan jumlah cacat 18 pcs) dan data ke-19 tanggal 29 Maret 2017 (Jumlah produksi 69 pcs, dan jumlah cacat 28 pcs). Untuk itu perlu dilakukan revisi data dengan cara mengurangi data yang berada di luar batas kontrol, dan perhitungan ulang untuk menentukan nilai $\bar{p}$, CL, UCL, dan LCL dengan cara yang sama seperti perhitungan sebelumnya. Data hasil revisi perhitungan peta kendali p dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perhitungan Batas Kendali Proses *Casting Pipe Intake N555R* Revisi Kedua

No	Tanggal	Jumlah Produk si (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Proporsi Cacat (p)	$\bar{p}$	UCL	LCL
1	01/03/17	49	14	0,2857	0,2095	0,3839	0,0351
2	02/03/17	57	8	0,1404	0,2095	0,3712	0,0478
3	03/03/17	38	12	0,3158	0,2095	0,4076	0,0115
4	06/03/17	42	4	0,0952	0,2095	0,3979	0,0211
5	07/03/17	37	7	0,1892	0,2095	0,4102	0,0088
6	08/03/17	46	5	0,1087	0,2095	0,3895	0,0295
7	10/03/17	40	12	0,3000	0,2095	0,4025	0,0165
8	13/03/17	66	18	0,2727	0,2095	0,3598	0,0592
9	14/03/17	66	11	0,1667	0,2095	0,3598	0,0592
10	17/03/17	67	12	0,1791	0,2095	0,3587	0,0604
11	20/03/17	89	24	0,2697	0,2095	0,3389	0,0801
12	21/03/17	66	10	0,1515	0,2095	0,3598	0,0592
13	22/03/17	39	8	0,2051	0,2095	0,4050	0,0140
14	23/03/17	43	16	0,3721	0,2095	0,3957	0,0233
15	24/03/17	32	9	0,2813	0,2095	0,4253	-0,0063
16	27/03/17	60	10	0,1667	0,2095	0,3671	0,0519
17	28/03/17	42	6	0,1429	0,2095	0,3979	0,0211
18	30/03/17	47	8	0,1702	0,2095	0,3876	0,0314
TOTAL (Σ)		$\Sigma n=926$	$\Sigma np=194$				

(Sumber: Pengolahan Data)

Berdasarkan hasil perhitungan batas kendali setelah revisi, didapatkan grafik peta kendali setelah revisi, dapat dilihat pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29 Peta Kendali p Produksi *Pipe Intake* N555R pada Proses *Casting* Revisi Kedua
(Sumber: Pengolahan Data dengan Minitab)

Berdasarkan gambar di atas, data yang digunakan hanya 18 karena pada perhitungan sebelumnya ada data yang keluar dari batas kendali, sehingga data tersebut direvisi dengan cara mengeluarkan data tersebut. Setelah dua kali revisi, dapat dilihat bahwa semua data sudah berada dalam batas kendali atas maupun bawah. Berdasarkan peta kendali tersebut, dengan 18 data yang berada di dalam batas kendali, diketahui masing-masing nilai CL sebesar 0.2095, nilai UCL sebesar 0.3876, dan nilai LCL sebesar 0.0314.

8) Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma

Perhitungan nilai DPMO dan Level Sigma dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus perhitungan *Sigma* yang sudah baku, dan juga dengan menggunakan tabel nilai *Sigma* yang tersedia. Hasil pengukuran berupa data atribut akan ditentukan kinerjanya menggunakan satuan pengukuran DPMO. Level *Sigma* merupakan hasil konversi dari nilai DPMO ke dalam tabel *Sigma*. Perhitungan DPMO dan nilai *sigma* dari proses produksi proses casting *Pipe Intake* N555R yaitu sebagai berikut:

a. Perhitungan DPMO

1) Unit (U)

Jumlah produksi *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* yang diperiksa pada bulan Maret 2017 adalah sebanyak 1.179 unit.

2) *Opportunities* (OP)

Berdasarkan persyaratan karakteristik kebutuhan pelanggan, maka dapat diketahui terdapat 2 *Critical to Quality* yaitu permukaan produk rata dan tidak berlubang.

3) *Defect* (D)

Jumlah cacat *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* pada bulan Maret 2017 adalah sebanyak 309 unit.

4) *Defect per Unit* (DPU)

$$\begin{aligned} DPU &= \frac{D}{U} \\ &= \frac{309}{1.179} \\ &= 0,2620 \end{aligned}$$

5) *Total Opportunities* (TOP)

$$\begin{aligned} TOP &= U \times OP \\ &= 1.179 \times 2 \\ &= 2.358 \text{ unit} \end{aligned}$$

6) *Defect per Opprtunities* (DPO)

$$\begin{aligned} DPO &= \frac{D}{TOP} \\ DPO &= \frac{309}{2.358} \\ &= 0,013104 \end{aligned}$$

7) *Defect per Milion Opportunities* (DPMO)

$$\begin{aligned} DPMO &= DPO \times 10^6 \\ &= 0,013104 \times 1.000.000 \\ &= 131.040 \text{ unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pembuatan *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* sebanyak 131.040 unit.

b. Nilai Sigma

Setelah diketahui DPMO perusahaan, selanjutnya adalah menghitung Level *Sigma* perusahaan saat ini. Level *Sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan ke dalam tabel level *Sigma* yang berada pada lampiran. Dari perhitungan sebelumnya telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini untuk proses casting *Pipe Intake* N555R adalah 131.040 DPMO. Nilai 131.040 DPMO pada tabel level sigma berada pada Level *Sigma* 2,62-2,63. Untuk mengetahui Level *Sigma* perusahaan dilakukan dengan interpolasi, dimana untuk nilai DPMO 2,62 = 131.357 dan 2,63 = 129.238, maka Level *Sigma* perusahaan:

$$\frac{131.357 - 131.040}{131.040 - 129.238} = \frac{2,62 - x}{x - 2,63}$$

$$\frac{317}{1.802} = \frac{2,62 - x}{x - 2,63}$$

$$317(x - 2,63) = 1.802(2,62 - x)$$

$$317x - 833,71 = 4.721,24 - 1.802x$$

$$317x + 1.802x = 833,71 + 4.721,24$$

$$2.119x = 5.554,95$$

$$x = 2,6215$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapat Level *Sigma* perusahaan untuk proses produksi *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* pada saat ini berada pada level 2,6215.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis dan pembahasan dilakukan dengan menganalisis diagram Pareto, peta kendali p yang telah dibuat, dan analisis proyek *six sigma* dengan cara mencari akar penyebab dari permasalahan menggunakan diagram *fishbone*. Setelah akar permasalahan didapat, lalu dilakukan *improvement* melalui analisis *what, why, where, when, who, dan how* (5W + 1H) untuk menentukan tindakan perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi cacat pada *Pipe Intake* N555R.

5.1 Analisis Diagram Pareto

Berdasarkan pengolahan data dengan diagram Pareto yang sudah dilakukan sebelumnya (lihat Gambar 4.24), diketahui jenis cacat yang menjadi prioritas untuk ditangani dengan cara mengurutkan jenis cacat terbesar hingga terkecil. Urutan tersebut adalah cacat keropos mempunyai persentase sebesar 81,23%, misrun mempunyai persentase sebesar 13,92%, dan kempot mempunyai persentase sebesar 4,85%.

Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa cacat yang mempunyai persentase terbesar adalah cacat keropos yaitu sebesar 81,23%. Oleh karena itu, cacat keropos menjadi fokus utama yang harus dilakukan analisis dan fokus perbaikan kualitas dari hasil *casting* produk *Pipe Intake* N555R.

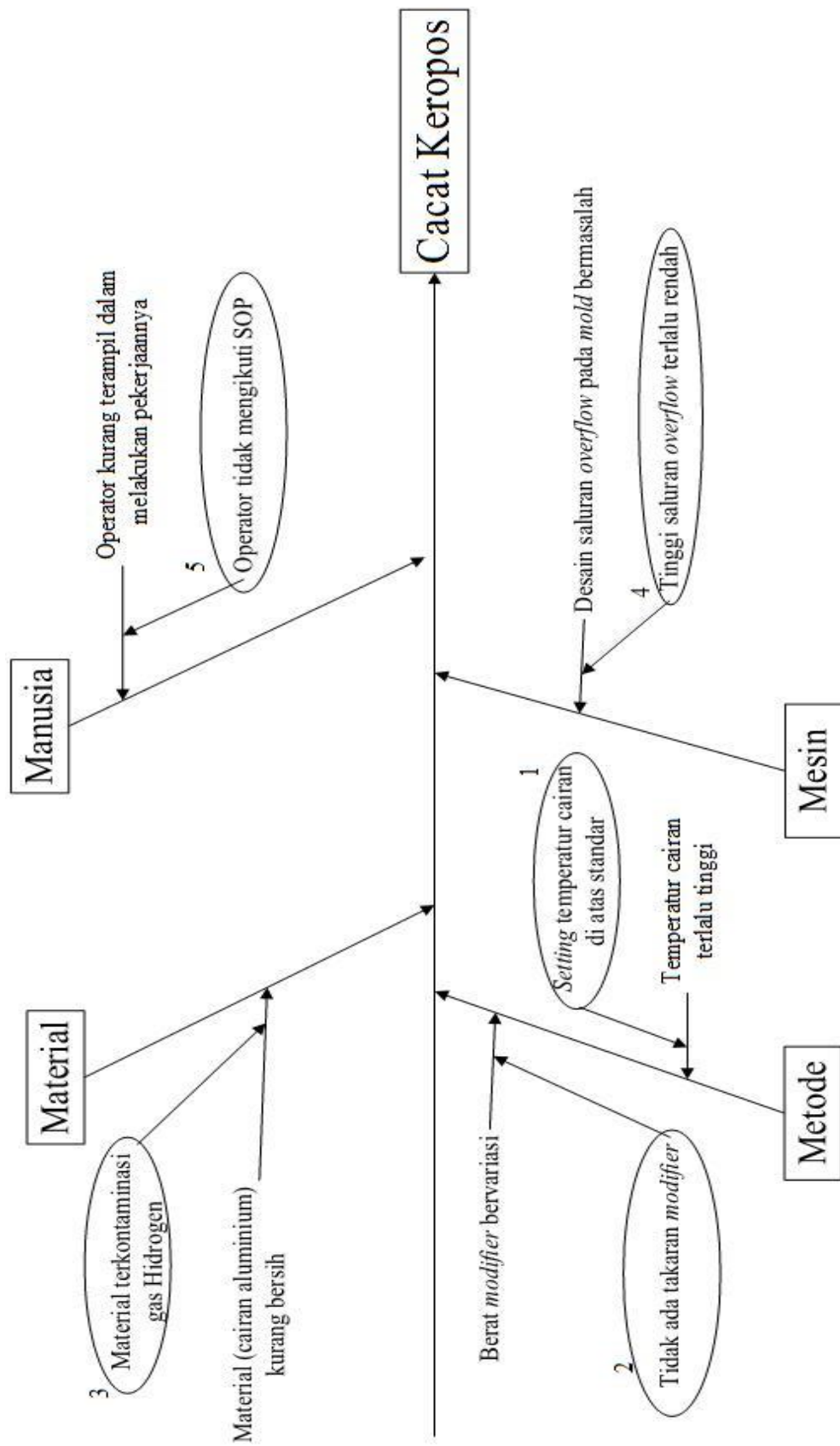
5.2 Analisis Peta Kendali p

Berdasarkan pengolahan data dengan peta kendali p yang sudah dilakukan sebelumnya (lihat Gambar 4.27), dapat dilihat bahwa terdapat 2 titik yang berada di luar batas kendali. Titik tersebut berada pada data ke-7 tanggal 09 Maret 2017 dengan jumlah produksi sebanyak 57 unit dan jumlah cacat sebesar 26 unit dan data ke-12 tanggal 16 Maret 2017 dengan jumlah produksi sebanyak 85 unit dan jumlah cacat sebesar 43 unit. Titik yang berada di luar batas kendali menandakan ada variasi penyebab khusus yang terjadi pada tanggal tersebut. Pada tanggal tersebut penggunaan *modifier* yang bervariasi sehingga menyebabkan

hasil *casting* tidak sempurna atau keropos. Selain penggunaan *modifier* yang tidak terukur juga pada saat produksi suhu yang digunakan pada saat peleburan aluminium terlalu tinggi yaitu 820–830°C. Data yang berada di luar batas kendali direvisi dengan cara mengeluarkan data tersebut. Hasil revisi p *chart* dapat dilihat pada Gambar 4.28. Pada Gambar tersebut dapat dilihat bahwa masih ada 2 data yang berada di luar batas kendali, yaitu pada data ke-10 (tanggal 15 Maret 2017) dan 19 (29 Maret 2017). Variasi penyebab khusus yang terjadi pada tanggal tersebut antara lain adalah penggunaan *modifier* yang bervariasi sehingga menyebabkan hasil *casting* tidak sempurna atau keropos. Selain penggunaan *modifier* yang tidak terukur juga pada saat produksi suhu yang digunakan pada saat peleburan aluminium terlalu tinggi yaitu 820–830°C. Data yang berada di luar batas kendali kembali direvisi dengan cara mengeluarkan data tersebut. Setelah data direvisi sebanyak dua kali, hasil revisi peta p yang sudah direvisi dapat dilihat pada Gambar 4.29. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa semua data berada di dalam batas kendali. Data yang berada di dalam batas kendali adalah 18 data dengan jumlah produksi sebanyak 926 unit dan jumlah cacat sebanyak 194 unit.

5.3 Diagram Sebab-Akibat (*Fishbone Diagram*)

Berdasarkan pengolahan data menggunakan peta kendali p, dilakukan dua kali revisi data sampai data berada di dalam batas kendali. Akar penyebab masalah terjadinya penyebab variasi khusus yang menyebabkan data berada di luar batas kendali belum diketahui melalui peta ini. Oleh karena itu, dilakukan analisis menggunakan diagram *fishbone* untuk mengetahui akar penyebab masalah pada cacat yang terjadi pada data yang keluar batas kendali. Cacat dominan yang terjadi yaitu cacat keropos. Diagram *fishbone* untuk cacat keropos dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Diagram Fishbone Cacat Keropos
(Sumber: Analisis Data)

Berdasarkan diagram *fishbone*, diketahui bahwa terdapat beberapa faktor potensial yang dapat menyebabkan cacat keropos pada hasil *casting* produk *Pipe Intake* N555R, diantaranya adalah:

1. Faktor Metode

Pada faktor metode, ditemukan penggunaan suhu pada saat proses peleburan aluminium (*melting*) terlalu tinggi yaitu 820–830°C, hal ini disebabkan karena *setting* temperatur pada saat proses *melting* di atas standar. Perusahaan menggunakan temperatur 820–830°C dengan alasan untuk menambahkan daya alir cairan aluminium pada saat dimasukkan ke dalam rongga cetakan. Namun, dengan penggunaan temperatur suhu 820–830°C dinilai terlalu tinggi karena standar suhu maksimum untuk proses peleburan aluminium adalah 770°C–780°C. Penggunaan suhu yang terlalu tinggi mengakibatkan masuknya banyak gas Hidrogen (H_2) ke dalam cairan. Gas Hidrogen (H_2) atau udara yang masuk ke dalam cairan aluminium akan membentuk gelembung-gelembung dan menimbulkan cacat keropos. Selain itu, berat *modifier* yang digunakan pada saat proses produksi bervariasi. *Modifier* disini adalah bahan kimia yang dicampurkan pada cairan aluminium untuk menambah kepadatan pada material setelah dicetak. Pada saat produksi, takaran *modifier* yang digunakan adalah menggunakan kayu yang tidak ada ukurannya, sehingga penggunaan *modifier*-nya tidak terukur dan mempengaruhi kepadatan dari material yang akan mengakibatkan cacat keropos. Standar penggunaan *modifier* untuk satu cetakan adalah 5 gram. Akar permasalahan yang menyebabkan cacat keropos dari faktor metode adalah *setting* temperatur di atas standar dan tidak adanya takaran *modifier*.

2. Faktor Material

Pada faktor material ditemukan material (aluminium cair) kurang bersih. Pada cairan aluminium masih banyak mengandung terak serta berbagai oksida, seperti Hidrogen (H_2) atau biasa disebut dengan *dross*. Gas Hidrogen (H_2) yang terjebak di dalam cairan aluminium ini disebabkan oleh penggunaan suhu yang terlalu tinggi.

3. Faktor Mesin

Pada faktor mesin, terdapat tinggi saluran *overflow* terlalu rendah. Rendahnya saluran *overflow* ini mengakibatkan kemungkinan terjadinya penyusutan pada permukaan produk. Hal ini terjadi karena cairan aluminium setelah dituang ke dalam cetakan akan terlebih dahulu memenuhi bagian yang lebih rendah, sehingga pada saat proses pembekuan terjadi penyusutan. Mula-mula ketinggian logam cair menurun karena adanya kontraksi selama pendinginan, kemudian material dari berbagai sisi saling tarik-menarik dan membentuk padatan. Daerah terakhir yang memadat biasanya sudah kehabisan logam cair sehingga membentuk rongga. Akar permasalahan cacat keropos dari faktor mesin adalah tinggi saluran *overflow* terlalu rendah.

4. Faktor Manusia.

Pada faktor manusia, ditemukan bahwa operator kurang terampil dalam melakukan pekerjaannya. Hal ini dikarenakan operator tidak mengikuti *Standard Operating Procedure* (SOP). SOP pada *plant casting* di PT XYZ adalah urutan proses dalam melakukan pekerjaan dari awal sampai akhir. Operator yang tidak mengikuti SOP akan mempengaruhi hasil produksi yang dihasilkan. Oleh karena itu, sebaiknya perlu dilakukan *briefing* sebelum memulai pekerjaan agar operator bekerja mengikuti SOP yang ada dan dapat menghasilkan produk yang baik sehingga mengurangi hasil produk yang cacat. Akar permasalahan yang menyebabkan cacat keropos dari faktor manusia adalah Operator tidak mengikuti SOP dalam bekerja.

Jadi, berdasarkan penjelasan di atas, dapat diketahui akar permasalahan dari cacat keropos antara lain adalah *setting* temperatur di atas standar dan tidak adanya takaran *modifier*, tinggi saluran *overflow* terlalu rendah, cairan aluminium terkontaminasi gas hidrogen (H_2), operator tidak mengikuti SOP dalam bekerja.

5.4 Rencana Tindakan Perbaikan

Berdasarkan analisis diagram *fishbone* yang dilakukan, dapat diketahui akar permasalahan dari faktor potensial penyebab cacat keropos. Setelah itu dilakukan analisis 5W + 1H sebagai rencana tindakan perbaikan. Rencana tindakan perbaikan untuk setiap akar permasalahan, diuraikan sebagai berikut:

1. Pada faktor metode, akar permasalahan yang terjadi adalah *setting* temperatur di atas standar dan tidak adanya ukuran pada wadah *modifier*. Hal ini dapat diperbaiki dengan cara mengatur temperatur ke standar semula yaitu 780°C, dan membuat wadah *modifier* dengan ukuran sesuai penggunaannya yaitu sebanyak 5 gram untuk sekali cetak.
2. Pada faktor material, akar permasalahan yang terjadi adalah cairan aluminium yang terkontaminasi dengan gas Hidrogen (H₂). Hal ini dapat diperbaiki dengan cara melakukan proses *degassing* yaitu dengan memberikan gas *chlor* (Cl) pada cairan aluminium untuk membawa gas ke permukaan untuk keluar. Setelah itu, dilakukan proses pengangkatan *dross* ke permukaan cairan dengan memberikan *flux* pada cairan aluminium (*fluxing*).
3. Pada faktor mesin, akar permasalahan yang terjadi adalah bagian atas saluran *overflow* pada *mold* terbuka. Hal ini dapat diperbaiki dengan cara menutup bagian *overflow* dengan *scrap*. Penutupan area ini dapat mencegah masuknya udara sehingga udara panas di dalam saluran *overflow* tidak keluar.
4. Pada faktor manusia, akar permasalahan yang terjadi adalah operator tidak mengikuti SOP dalam bekerja. Permasalahan ini dapat diperbaiki dengan cara dilakukan *briefing* sebelum memulai pekerjaan agar operator dalam melakukan pekerjaan mengikuti SOP yang ada. Briefing dilakukan pada waktu 5 sampai 10 menit sebelum dilakukan kegiatan proses *gravity casting*.

Penjelasan singkat mengenai rencana perbaikan untuk cacat keropos dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Analisis 5W+1H untuk Rencana Perbaikan Cacat Keropos

No.	Faktor	<i>What</i>	<i>How</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>
		Masalah yang terjadi	Tindakan	Kenapa	Tempat	Waktu	Penanggung jawab
1	Metode	<i>Setting</i> temperatur cairan di atas standar	Mengatur ulang penggunaan suhu pada saat proses <i>melting</i> menjadi 780°C	Agar mencegah terbentuknya gas di dalam cairan aluminium yang berpotensi mengakibatkan cacat keropos	<i>Line Casting</i>	03 April 2017.	Operator <i>melting</i> , Operator <i>gravity casting</i> , Kepala Regu <i>Gravity Casting</i> dan Kepala Seksi Bagian <i>Quality</i>
		Tidak ada takaran <i>modifier</i>	Membuat takaran <i>modifier</i> dengan ukuran yang sesuai penggunaan yaitu 5 gram.	Untuk menambahkan kepadatan pada hasil cetakan.	<i>Line Casting</i>	03 April 2017	Operator <i>Casting</i> dan Kepala Regu <i>Gravity Casting</i>
2	Mesin	Tinggi saluran <i>overflow</i> terlalu rendah	Menutup area <i>overflow</i> dengan <i>scrap</i> .	Mencegah terjadinya penyusutan	<i>Line Casting</i>	04 April 2017.	Kepala Regu <i>Gravity Casting</i> dan Kepala Seksi Bagian <i>Quality</i>

Lanjut...

Tabel 5.1 Analisis 5W+1H untuk Rencana Perbaikan Cacat Keropos (lanjutan)

No.	Faktor	<i>What</i>	<i>How</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>
		Masalah yang terjadi	Tindakan	Kenapa	Tempat	Waktu	Penanggung jawab
3	Material	Material terkontaminasi gas Hidrogen (H ₂).	Melakukan proses <i>degassing</i> dan <i>fluxing</i> .	Untuk menghilangkan gas yang terkontaminasi dengan cairan aluminium.	Area <i>melting</i>	03 April 2017.	Kepala Regu <i>Gravity Casting</i> dan Operator <i>Casting</i>
4	Manusia	Operator tidak mengikuti SOP dalam bekerja.	Melakukan <i>briefing</i> sebelum memulai pekerjaan.	Agar operator mengikuti SOP dalam bekerja dan dapat menghasilkan produk yang diterima oleh pelanggan.	<i>Line Gravity Casting</i>	03 April 2017.	Kepala Regu <i>Gravity Casting</i> dan Kepala Seksi Bagian <i>Quality</i> .

(Sumber: Analisis Data)

5.5 Implementasi Rencana Perbaikan

Implementasi yang dilakukan oleh PT XYZ pada *Plant Casting* proses produksi Pipe Intake N555R adalah sebagai berikut:

1. Mengatur suhu menjadi 770°C-780°C pada proses peleburan aluminium dan pemanasan cairan aluminium pada tungku *holding* di area *casting*. Dalam penurunan suhu tidak bisa langsung diturunkan dari 820 °C menjadi 770°C, penurunan dilakukan secara bertahap karena apabila dilakukan penurunan suhu langsung menjadi 780°C akan memungkinkan cairan terkontaminasi dengan gas lainnya.
2. Membuat takaran *modifier* dengan isi sesuai kebutuhan yaitu ± 5 gram. Takaran dibuat menggunakan bahan dasar logam berbentuk cekung seperti gayung. Takaran *modifier* dengan bahan dasar logam dapat dilihat pada Gambar 5.3. Sebelumnya takaran *modifier* yang digunakan adalah menggunakan kayu yang tidak ada ukurannya. Takaran *modifier* dengan kayu yang tidak ada ukuran untuk isi *modifier* dapat dilihat pada Gambar 5.2.

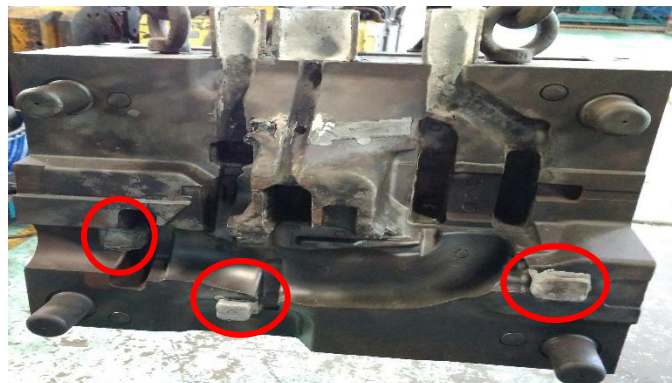


Gambar 5.2 Takaran *Modifier* Kayu
(Sumber: PT XYZ, 2017)



Gambar 5.3 Takaran *Modifier* Logam
(Sumber: PT XYZ, 2017)

3. Penutupan saluran *overflow* dengan *Scrap*. Gambar penutupan saluran *overflow* dengan *scrap* dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Penutupan saluran *Overflow* dengan *Scrap*
(Sumber: PT XYZ, 2017)

4. Melakukan proses *degassing* menggunakan gas *chlor* berbentuk tablet dan proses *fluxing* menggunakan *flux* pada saat aluminium setelah proses *melting* untuk mengangkat *dross* ke permukaan cairan aluminium. Tablet yang digunakan pada proses *degassing* dapat dilihat pada Gambar 5.5. Sementara *flux* yang digunakan pada proses *fluxing* dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.5 Tablet Gas Chlor
(Sumber: PT XYZ, 2017)



Gambar 5.6 Flux
(Sumber: PT XYZ, 2017)

5. Melakukan *briefing* setiap sebelum melakukan kegiatan proses *casting*. *briefing* dilakukan 5 sampai 10 menit sebelum melakukan pekerjaan. *Briefing* dilakukan oleh seluruh operator *gravity casting* dan dipimpin oleh kepala regu *gravity casting* atau kepala seksi bagian *quality*.

Jadi, berdasarkan penjelasan di atas langkah-langkah perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi cacat keropos adalah mengatur suhu menjadi 770°C-780°C pada proses peleburan aluminium, membuat takaran *modifier* dengan isi sesuai kebutuhan, penutupan saluran *overflow* dengan *scrap*, melakukan proses *degassing* dan *fluxing*, melakukan *briefing* setiap sebelum melakukan kegiatan proses *casting*.

5.6 Tahap Control

Pada tahap ini, dilakukan pengontrolan terhadap hasil perbaikan untuk mengetahui apakah proses produksi setelah dilakukan implementasi perbaikan dapat menjadi lebih baik atau tidak. Hasil implementasi dianggap dapat memberikan kontribusi terhadap perbaikan kualitas proses *casting* produksi Pipe Intake N555R, yaitu apabila nilai DPMO menurun dari sebelum dilakukan perbaikan dan level *sigma*-nya meningkat dari nilai sebelum dilakukan perbaikan.

5.6.1 Data Pengamatan Hasil Implementasi Perbaikan Kualitas pada Proses Casting Pipe Intake N555R Bulan Mei 2017

Data yang dikumpulkan yaitu data produksi dan jumlah cacat pada bulan Mei 2017. Berdasarkan data yang dikumpulkan terdapat 122 unit produk cacat dari total 1121 unit produk yang dihasilkan pada bulan tersebut. Untuk lebih jelas lagi mengenai data pengamatan hasil implementasi perbaikan kualitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Data Hasil Pengamatan pada Proses *Casting Pipe Intake* N555R bulan Mei 2017

NO	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Cacat (Unit)	Jenis Cacat		
				Misrun	Keropos	Kempot
1	01/05/17	58	4	2	2	0
2	02/05/17	63	5	2	3	0
3	03/05/17	78	8	3	4	1
4	04/05/17	60	4	3	0	1
5	05/05/17	52	5	0	5	0
6	08/05/17	46	3	1	2	0
7	09/05/17	57	8	2	5	1
8	10/05/17	40	5	1	4	0
9	11/05/17	36	6	1	3	2
10	12/05/17	26	2	0	2	0
11	15/05/17	42	4	2	2	0
12	16/05/17	55	7	1	4	2
13	17/05/17	72	9	3	5	1
14	18/05/17	48	4	2	2	0

Lanjut...

Tabel 5.2 Data Hasil Pengamatan pada Proses *Casting Pipe Intake* N555R bulan Mei 2017 (lanjutan)

NO	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (unit)	Jumlah Cacat (unit)	Jenis Cacat		
				Misrun	Keropos	Kempot
15	19/05/17	46	6	2	4	0
16	22/05/17	39	8	3	5	0
17	23/05/17	43	4	2	2	0
18	24/05/17	32	3	0	2	1
19	25/05/17	60	7	3	4	0
20	26/05/17	42	2	2	0	0
21	29/05/17	39	8	5	3	0
22	30/05/17	47	4	3	0	1
23	31/05/17	40	6	1	3	2
TOTAL		1121	122	44	66	12

(Sumber: Pengumpulan Data)

Berdasarkan data pada Tabel 5.2, dapat diketahui bahwa persentase cacat produk *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* bulan Mei 2018 dengan cara membagi jumlah cacat dengan jumlah produksi dikalikan dengan 100% hasilnya adalah 10,88%. Persentase ini mengalami penurunan dibandingkan dengan persentase cacat bulan Maret 2018 yaitu sebesar 26,21% (lihat Tabel 4.1).

Jadi, persentase cacat produk *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* sebelum dilakukan perbaikan adalah sebesar 26,21%, dan setelah perbaikan adalah sebesar 10,88%.

5.6.2 Perhitungan dan Pembuatan Peta Kendali p Setelah Perbaikan

Peta kendali bertujuan untuk melihat apakah proses yang berjalan telah berada dalam batas pengendalian statistik. Data yang digunakan untuk perhitungan dan pembuatan peta kendali adalah data pengamatan jumlah produksi dan jumlah cacat pada proses casting Pipe Intake N555R (lihat Tabel. 5.2). Perhitungan di bawah ini merupakan perhitungan nilai *Center Line* (CL), *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL) untuk data hari pertama (01 Mei 2017).

a. Perhitungan CL adalah sebagai berikut:

$$\text{Rumus} : \bar{p} = CL = \frac{\sum np}{\sum n}$$

$$CL = \frac{122}{1121} = 0,1088$$

Keretangan :

$\bar{p} = CL$ = Garis pusat peta kendali proporsi kesalahan

$\sum np$ = Total cacat

$\sum n$ = Total produk yang diperiksa

b. Perhitungan UCL adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,1088 + 3 \sqrt{\frac{0,1088 (1-0,1088)}{58}} \\ &= 0,2315 \end{aligned}$$

c. Perhitungan LCL adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{LCL} &= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,1088 - 3 \sqrt{\frac{0,1088 (1-0,1088)}{58}} \\ &= -0,0138 / 0 \end{aligned}$$

Perhitungan CL, UCL, dan LCL untuk data pengamatan hari kedua sampai hari ke-23 dilakukan dengan cara yang sama dan dapat dilihat pada Lampiran B. Rekapitulasi hasil perhitungan peta kendali p untuk setiap periode pengamatan ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Perhitungan Batas Kontrol Proses *Casting Pipe Intake* N555R setelah perbaikan

NO	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Cacat (Unit)	Proporsi Cacat (p)	$\bar{p}$	UCL	LCL
1	01/05/17	58	4	0,0690	0,1088	0,2315	-0,0138

Lanjut...

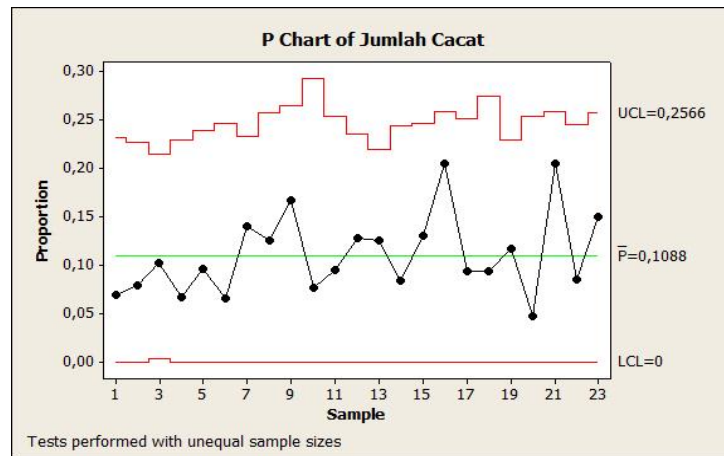
Tabel 5.3 Perhitungan Batas Kontrol Proses *Casting Pipe Intake* N555R setelah Perbaikan (lanjutan)

NO	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (Unit)	Jumlah Cacat (Unit)	Proporsi Cacat (p)	$\bar{p}$	UCL	LCL
2	02/05/17	63	5	0,0794	0,1088	0,2265	-0,0089
3	03/05/17	78	8	0,1026	0,1088	0,2146	0,0030
4	04/05/17	60	4	0,0667	0,1088	0,2294	-0,0118
5	05/05/17	52	5	0,0962	0,1088	0,2384	-0,0207
6	08/05/17	46	3	0,0652	0,1088	0,2466	-0,0289
7	09/05/17	57	8	0,1404	0,1088	0,2326	-0,0149
8	10/05/17	40	5	0,1250	0,1088	0,2566	-0,0389
9	11/05/17	36	6	0,1667	0,1088	0,2645	-0,0469
10	12/05/17	26	2	0,0769	0,1088	0,2921	-0,0744
11	15/05/17	42	4	0,0952	0,1088	0,2530	-0,0353
12	16/05/17	55	7	0,1273	0,1088	0,2348	-0,0171
13	17/05/17	72	9	0,1250	0,1088	0,2189	-0,0013
14	18/05/17	48	4	0,0833	0,1088	0,2437	-0,0260
15	19/05/17	46	6	0,1304	0,1088	0,2466	-0,0289
16	22/05/17	39	8	0,2051	0,1088	0,2584	-0,0408
17	23/05/17	43	4	0,0930	0,1088	0,2513	-0,0336
18	24/05/17	32	3	0,0938	0,1088	0,2740	-0,0563
19	25/05/17	60	7	0,1167	0,1088	0,2294	-0,0118
20	26/05/17	42	2	0,0476	0,1088	0,2530	-0,0353
21	29/05/17	39	8	0,2051	0,1088	0,2584	-0,0408
22	30/05/17	47	4	0,0851	0,1088	0,2451	-0,0274
23	31/05/17	40	6	0,1500	0,1088	0,2566	-0,0389
TOTAL (Σ)		$\Sigma n=1121$	$\Sigma np=122$				

(Sumber: Pengolahan Data)

Setelah melakukan perhitungan batas kendali, dilakukan pembuatan peta kendali p untuk memetakan batas-batas tersebut ke dalam suatu grafik. Tujuannya yaitu untuk melihat apakah data berada dalam batas kendali atau tidak. Jika ada data yang keluar dari batas kendali maka harus dilakukan penghitungan ulang atau revisi untuk menstabilkan proses.

Berdasarkan data perhitungan pada Tabel 5.3 dapat dibuat peta kendali p. Peta kendali p dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut ini:



Gambar 5.7 Peta Kendali p Setelah Perbaikan
(Sumber: Pengolahan Data Menggunakan Software Minitab)

Berdasarkan peta kendali pada Gambar 5.7 dapat dilihat bahwa semua data masuk dalam batas kontrol, artinya proses yang berjalan setelah adanya implementasi dapat terkendali secara statistik. Peta kendali tersebut akan dijadikan acuan pada suatu aktifitas proses produksi.

5.6.3 Nilai DPMO dan Level Sigma Setelah Perbaikan

Perhitungan nilai DPMO dan Level Sigma dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus perhitungan *Sigma* yang sudah baku, dan juga dengan menggunakan tabel nilai *Sigma* yang tersedia. Hasil pengukuran berupa data atribut akan ditentukan kinerjanya menggunakan satuan pengukuran DPMO. Level *Sigma* merupakan hasil konversi dari nilai DPMO ke dalam tabel *Sigma*. Perhitungan DPMO dan nilai *sigma* dari proses produksi proses casting *Pipe Intake* N555R yaitu sebagai berikut:

1. Perhitungan DPMO

a. Unit (U)

Jumlah produksi *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* yang diperiksa pada tanggal 01 Mei 2017 s.d, 31 Mei 2017 adalah sebanyak 1.121 unit.

b. Opportunities (OP)

Berdasarkan persyaratan karakteristik kebutuhan pelanggan, maka dapat diketahui terdapat 2 *Critical to Quality* yaitu permukaan produk rata dan tidak berlubang.

c. *Defect (D)*

Jumlah cacat *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* tanggal 01 Mei 2017 s.d, 31 Mei 2017 adalah sebanyak 122 unit.

d. *Defect per Unit (DPU)*

$$\begin{aligned} DPU &= \frac{D}{U} \\ &= \frac{122}{1.121} \\ &= 10,88 \end{aligned}$$

e. *Total Opportunities (TOP)*

$$\begin{aligned} TOP &= U \times OP \\ &= 1.121 \times 2 \\ &= 2.241 \text{ unit} \end{aligned}$$

f. *Defect per Opprtunities (DPO)*

$$\begin{aligned} DPO &= \frac{D}{TOP} \\ DPO &= \frac{122}{2.241} \\ &= 0,05444 \end{aligned}$$

g. *Defect per Milion Opportunities (DPMO)*

$$\begin{aligned} DPMO &= DPO \times 10^6 \\ &= 0,05444 \times 1.000.000 \\ &= 54.440 \text{ unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pembuatan *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* sebanyak 54.440 unit.

2. Nilai Sigma

Setelah diketahui DPMO perusahaan, selanjutnya adalah menghitung Level *Sigma* perusahaan saat ini. Level *Sigma* didapat dengan mengkonversikan nilai DPMO perusahaan ke dalam tabel level *Sigma* yang berada pada lampiran. Dari perhitungan sebelumnya telah diketahui bahwa DPMO perusahaan saat ini untuk proses *casting Pipe Intake* N555R adalah 54.440 DPMO. Nilai 54.440

DPMO pada tabel level sigma berada pada Level *Sigma* 3,10-3,11. Untuk mengetahui Level *Sigma* perusahaan dilakukan dengan interpolasi, dimana untuk nilai DPMO 3,10 = 54.799 dan 3,11 = 53.699, maka Level *Sigma* perusahaan:

$$\frac{54.799 - 54.440}{54.440 - 53.699} = \frac{3,10 - x}{x - 3,11}$$

$$\frac{359}{741} = \frac{3,10 - x}{x - 3,11}$$

$$359(x - 3,11) = 741(3,10 - x)$$

$$359x - 1.116,49 = 2.297,1 - 741x$$

$$359x + 741x = 2.297,1 + 1.116,49$$

$$1.100x = 3.413,59$$

$$x = 3,1033$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapat Level *Sigma* perusahaan untuk proses produksi *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* pada saat ini berada pada level 3,1033.

5.6.4 Perbandingan Nilai DPMO dan Level Sigma Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Perbandingan DPMO dan level sigma dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara nilai DPMO sebelum perbaikan dengan nilai DPMO setelah perbaikan, apakah mengalami penurunan dari nilai DPMO nya, sedangkan level *sigma* mengalami kenaikan setelah upaya perbaikan diimplementasikan terhadap proses.

Berdasarkan perhitungan nilai DPMO dan level sigma sebelum perbaikan pada BAB IV, didapat nilai DPMO pada proses *casting Pipe Intake* N555R sebelum perbaikan adalah sebesar 131.040 unit. Nilai sigma pada proses *casting Pipe Intake* N555R sebelum perbaikan adalah sebesar 2,6215.

Sedangkan nilai DPMO pada proses *casting Pipe Intake* N555R setelah perbaikan adalah sebesar 54.440 unit. Nilai sigma pada proses *casting Pipe Intake* N555R setelah perbaikan adalah sebesar 3,1033. Perbandingan nilai DPMO dan

level *sigma* sebelum dan setelah perbaikan secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 5.4.

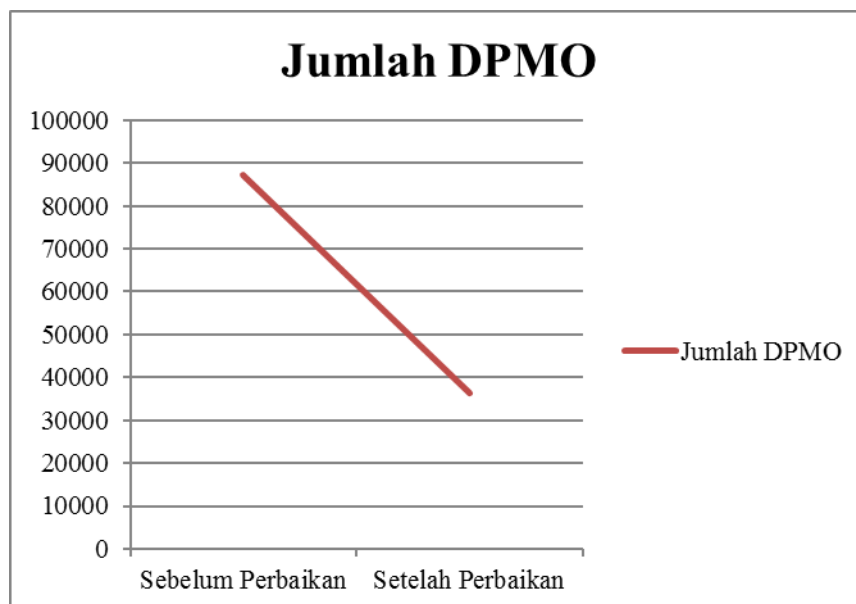
Tabel 5.4 Perbandingan Nilai DPMO dan Level Sigma Sebelum dan Setelah Perbaikan

	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan	Keterangan
Nilai DPMO	131.040	54.440	Turun
Level Sigma	2,6215	3,1033	Naik

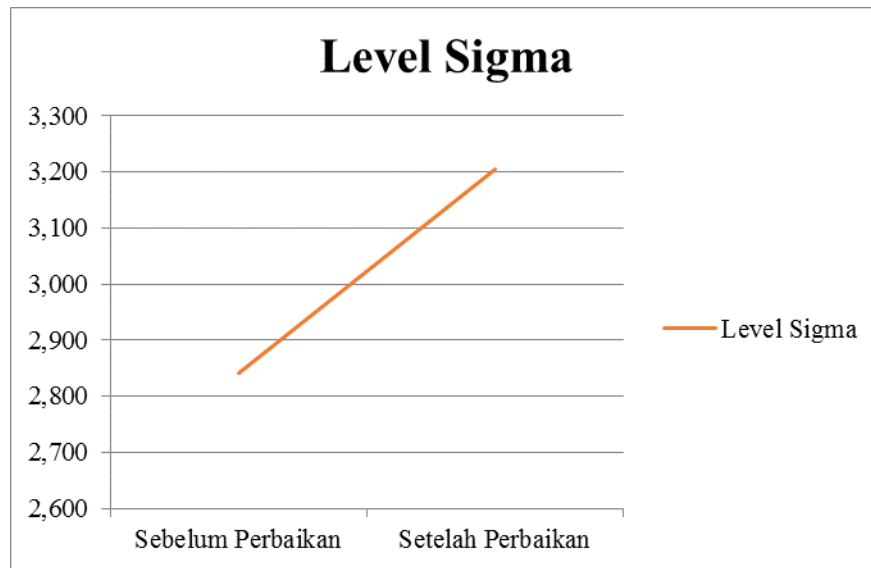
(Sumber: Pengolahan Data)

Jadi, nilai DPMO pada proses *casting Pipe Intake* N555R sebelum perbaikan adalah sebesar 131.040 dan nilai sigma-nya adalah 2,6215, sedangkan nilai DPMO pada proses *casting Pipe Intake* N555R setelah perbaikan adalah sebesar 54.440 unit dan nilai *sigma*-nya adalah sebesar 3,1033.

Nilai DPMO sebelum dilakukan perbaikan dengan setelah dilakukan perbaikan mengalami penurunan, Hal ini terjadi karena tindakan perbaikan yang dilakukan dapat mengurangi jumlah cacat yang terjadi pada proses *casting* pembuatan produk *pipe intake* N555R, sehingga menaikkan level sigma pada perusahaan. Grafik perbandingan nilai DPMO sebelum dan setelah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.8. Grafik perbandingan level *sigma* sebelum dan setelah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.8 Grafik Perbandingan Nilai DMPO Sebelum dan Setelah Perbaikan
(Sumber: Pengolahan Data)



Gambar 5.9 Grafik Perbandingan Level *Sigma* Sebelum dan Setelah Perbaikan
(Sumber: Pengolahan Data)

5.6.5 Pembuatan Diagram Pareto Setelah Perbaikan

Berdasarkan pengumpulan data jumlah cacat hasil *casting Pipe Intake* N555R setelah dilakukan perbaikan (lihat Tabel 5.2), dapat diketahui bahwa cacat yang terjadi pada produk *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* masih tinggi. Cacat yang terjadi antara lain adalah cacat keropos sebanyak 66 pcs, cacat misrun sebanyak 44 pcs, dan cacat kempot sebanyak 12 pcs. Oleh karena itu, perlu dilakukan kegiatan perbaikan berkelanjutan untuk memperbaiki proses *casting Pipe Intake* N555R agar output yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang diterima oleh pelanggan.

Pembuatan diagram Pareto bertujuan untuk mengidentifikasi persoalan cacat utama yang timbul agar dapat diketahui jenis cacat yang menjadi prioritas untuk ditangani. Berdasarkan data jumlah produksi dan jumlah cacat hasil *casting Pipe Intake* N555R setelah perbaikan pada Tabel 5.2, dengan data tersebut kemudian dilakukan perhitungan total cacat dan persentase cacat. Perhitungan persentase cacat dihitung dengan cara membagi kategori total dengan keseluruhan total dikalikan dengan 100. Perhitungan untuk total cacat dan persentase cacat keropos adalah:

$$\begin{aligned}\text{Total cacat keropos} &= 2 + 3 + 4 + 0 + 5 + 2 + 5 + 4 + 3 + 2 + 2 + 4 \\ &\quad 5 + 2 + 4 + 5 + 2 + 2 + 4 + 0 + 3 + 0 + 3\end{aligned}$$

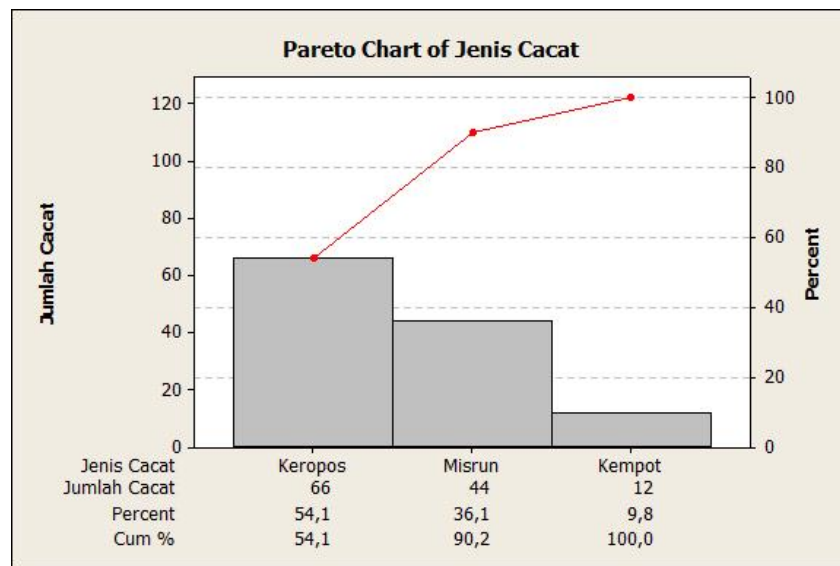
$$= 251 \text{ Unit}$$

$$\text{Persentase cacat keropos} = \frac{\text{Total Cacat Keropos}}{\text{Total Cacat}}$$

$$= \frac{66}{122} \times 100\%$$

$$= 54,10\%$$

Untuk perhitungan persentase cacat lainnya dapat dilakukan dengan cara yang sama. Setelah persentase cacat dan persentase kumulatif masing-masing cacat didapatkan, selanjutnya adalah membuat diagram Pareto dengan menggunakan *software* minitab. Diagram Pareto untuk jenis cacat pada hasil proses *casting Pipe Intake* N555R setelah dilakukan perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.8.



Gambar 5.10 Diagram Pareto Setelah Perbaikan
(Sumber: Pengolahan Data)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan beberapa kesimpulan yang menjadi jawaban atas tujuan penelitian disertai dengan beberapa saran yang menjadi masukan atas perbaikan yang dilakukan untuk perusahaan.

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan perumusan masalah dan tujuan penelitian yang sudah ditentukan sebelumnya, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa terdapat 3 jenis cacat yang ditemukan pada proses *casting* produksi *Pipe Intake* N555R yaitu cacat keropos, cacat misrun, dan cacat kempot.
2. Akar permasalahan dari cacat keropos antara lain adalah *setting* temperatur di atas standar dan tidak adanya takaran *modifier*, tinggi saluran *overflow* terlalu rendah, cairan aluminium terkontaminasi gas hidrogen (H_2), operator tidak diberikan pelatihan, waktu untuk pelatihan tidak dialokasikan, dan kurangnya pengawasan dari atasan.
3. Langkah-langkah perbaikan yang dilakukan untuk mengurangi cacat keropos adalah mengatur suhu menjadi $770^{\circ}C$ - $780^{\circ}C$ pada proses peleburan aluminium, membuat takaran *modifier* dengan isi sesuai kebutuhan, penutupan saluran *overflow* dengan *scrap*, melakukan proses *degassing* dan *fluxing*, dan melakukan *briefing* setiap sebelum melakukan kegiatan proses *casting*.
4. Persentase cacat produk *Pipe Intake* N555R pada proses *casting* sebelum dilakukan perbaikan adalah sebesar 26,21%, dan setelah perbaikan adalah sebesar 10,88%.

5. Nilai DPMO pada proses *casting Pipe Intake* N555R sebelum perbaikan adalah sebesar 131.040 dan nilai sigma-nya adalah 2,6215, sedangkan nilai DPMO pada proses *casting Pipe Intake* N555R setelah perbaikan adalah sebesar 54.440 unit dan nilai *sigma*-nya adalah sebesar 3,1033.

6.2 Saran

Dari hasil pengolahan data, analisis dan kesimpulan penelitian, dapat dikemukakan beberapa saran yang dapat diberikan kepada perusahaan sebagai berikut:

1. Diharapkan seluruh pihak PT. XYZ melakukan pemeriksaan secara rutin terhadap kondisi mesin dan material dalam proses *casting*.
2. *Briefing* yang diberikan perusahaan kepada operator sebaiknya dapat dilakukan secara kontinyu disertai dengan pengawasan yang rutin oleh atasan.
3. Sebaiknya seluruh pihak PT XYZ melakukan perbaikan berkelanjutan untuk memperbaiki proses *casting* produk *Pipe Intake* N555R agar produk yang dihasilkan diterima oleh pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D.W. 2004. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Kuantitatif Dalam Manajemen Kualitas)*. Yogyakarta : Andi Yogyakarta.
- Besterfield, D.H. 2003. *Quality Control*. New Jersey : Prentice-Hall Inc.
- Evans, James R & Lindsay, William M. 2007. *An Introduction to Six Sigma & Process Improvement*. Jakarta. Salemba Empat.
- Feigenbaum, A.V. 1996. *Kendali Mutu Terpadu*. Edisi Ketiga. Jakarta: Erlangga.
- Gaspersz, Vincent. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma*. Jakarta : Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hidayat, A. 2007. *Strategi Six Sigma*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Irwan., dan Haryono, Didi. 2015. *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif)*. Bandung : Alfabeta.
- Pande, Peter., Neuman, Robert P., dan Cavanagh, Roland R. 2002. *The Six Sigma Way. Bagaimana GE, Motorola, dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*, Terjemahan Dwi Prabantini. Yogyakarta : Andi.
- Pyzdek, Thomas. 2002. *The Six Sigma Handbook*. Salemba Empat. Jakarta.
- Syukron, Amin dan Kholil, Muhammad. 2013. *SIX SIGMA (Quality for Business Improvement)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Wignjosuebrotto, Sritomo. 2003. *Pengantar Teknik & Manajemen Industri*. Surabaya : Penerbit Guna Widya.

LAMPIRAN A

TABEL KONVERSI DPMO KE NILAI SIGMA

LAMPIRAN A

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

Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO	Nilai Sigma	DPMO
2,04	294.598	2,55	146.859	3,06	59.380	3,57	19.226
2,05	291.160	2,56	144.572	3,07	58.208	3,58	18.763
2,06	287.740	2,57	142.310	3,08	57.053	3,59	18.309
2,07	284.339	2,58	140.071	3,09	55.917	3,60	17.864
2,08	280.957	2,59	137.857	3,10	54.799	3,61	17.429
2,09	277.595	2,60	135.666	3,11	53.699	3,62	17.003
2,10	274.253	2,61	133.500	3,12	52.616	3,63	16.586
2,11	270.931	2,62	131.357	3,13	51.551	3,64	16.177
2,12	267.629	2,63	129.238	3,14	50.503	3,65	15.778
2,13	264.347	2,64	127.143	3,15	49.471	3,66	15.386
2,14	261.086	2,65	125.072	3,16	48.457	3,67	15.003
2,15	257.846	2,66	123.024	3,17	47.460	3,68	14.629
2,16	254.627	2,67	121.001	3,18	46.479	3,69	16.262
2,17	251.429	2,68	119.000	3,19	45.514	3,70	13.903
2,18	248.252	2,69	117.023	3,20	44.565	3,71	13.553
2,19	245.097	2,70	115.070	3,21	43.633	3,72	13.209
2,20	241.964	2,71	113.140	3,22	42.716	3,73	12.874
2,21	238.852	2,72	111.233	3,23	41.815	3,74	12.545
2,22	235.762	2,73	109.349	3,24	40.929	3,75	12.224
2,23	232.695	2,74	107.488	3,25	40.059	3,76	11.911
2,24	229.650	2,75	105.650	3,26	39.204	3,77	11.604
2,25	226.627	2,76	103.835	3,27	38.364	3,78	11.304
2,26	223.627	2,77	102.042	3,28	37.538	3,79	11.011
2,27	220.650	2,78	100.273	3,29	36.727	3,80	10.724
2,28	217.695	2,79	98.525	3,30	35.930	3,81	10.444
2,29	214.764	2,80	96.801	3,31	35.148	3,82	10.170
2,30	211.855	2,81	95.098	3,32	34.379	3,83	9.903
2,31	208.970	2,82	93.418	3,33	33.625	3,84	9.642
2,32	206.108	2,83	91.759	3,34	32.884	3,85	9.387
2,33	203.269	2,84	90.123	3,35	32.157	3,86	9.137
2,34	200.454	2,85	88.508	3,36	31.443	3,87	8.894
2,35	197.662	2,86	86.915	3,37	30.742	3,88	8.656
2,36	194.894	2,87	85.344	3,38	30.054	3,89	8.424
2,37	192.150	2,88	83.793	3,39	29.379	3,90	8.198
2,38	189.430	2,89	82.264	3,40	28.716	3,91	7.976
2,39	186.733	2,90	80.757	3,41	28.067	3,92	7.760
2,40	184.060	2,91	79.270	3,42	27.429	3,93	7.549
2,41	181.411	2,92	77.804	3,43	26.803	3,94	7.344
2,42	178.786	2,93	76.359	3,44	26.190	3,95	7.143
2,43	176.186	2,94	74.934	3,45	25.588	3,96	6.947
2,44	173.609	2,95	73.529	3,46	24.998	3,97	6.756
2,45	171.056	2,96	72.145	3,47	24.419	3,98	6.569
2,46	168.528	2,97	70.781	3,48	23.852	3,99	6.387
2,47	166.023	2,98	69.437	3,49	23.295	4,00	6.210
2,48	163.543	2,99	68.112	3,50	22.750	4,01	6.037
2,49	161.087	3,00	66.807	3,51	22.215	4,02	5.868
2,50	158.655	3,01	65.522	3,52	21.692	4,03	5.703
2,51	156.248	3,02	64.256	3,53	21.178	4,04	5.543
2,52	153.864	3,03	63.008	3,54	20.675	4,05	5.386
2,53	151.505	3,04	61.780	3,55	20.182	4,06	5.234
2,54	149.170	3,05	60.571	3,56	19.699	4,07	5.085

(Sumber: Gaspersz 2002)

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN BATAS KENDALI PETA P

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN BATAS KENDALI PETA P

$$\bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{309 \text{ unit}}{1.179 \text{ unit}} = 0,2621$$

Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	$3\sigma = 3 \frac{\sqrt{P(1-P)}}{n}$	UCL $P + 3\sigma$	LCL $P - 3\sigma$
01/03/17	49	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{49} = 0,1885$	$0,2621 + 0,1885$ $= 0,4506$	$0,2621 - 0,1885$ $= 0,0736$
02/03/17	57	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{57} = 0,1747$	$0,2621 + 0,1747$ $= 0,4368$	$0,2621 - 0,1747$ $= 0,0873$
03/03/17	38	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{38} = 0,2140$	$0,2621 + 0,2140$ $= 0,4761$	$0,0497 - 0,2140$ $= 0,0481$
06/03/17	42	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{42} = 0,2033$	$0,2621 + 0,2033$ $= 0,4657$	$0,0497 - 0,2033$ $= 0,0585$
07/03/17	37	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{37} = 0,2169$	$0,2621 + 0,2169$ $= 0,4790$	$0,2621 - 0,2169$ $= 0,0452$
08/01/17	46	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{46} = 0,1945$	$0,2621 + 0,1945$ $= 0,4566$	$0,2621 - 0,1945$ $= 0,0676$
09/03/17	57	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{57} = 0,1747$	$0,2621 + 0,1747$ $= 0,4368$	$0,2621 - 0,1747$ $= 0,0873$
10/03/17	40	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{40} = 0,2086$	$0,2621 + 0,2086$ $= 0,4707$	$0,2621 - 0,2086$ $= 0,0535$
13/03/17	66	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{66} = 0,1624$	$0,2621 + 0,1624$ $= 0,4245$	$0,2621 - 0,1624$ $= 0,0997$
14/03/17	66	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{66} = 0,1624$	$0,2621 + 0,1624$ $= 0,4245$	$0,2621 - 0,1624$ $= 0,0997$
15/03/17	42	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{42} = 0,2036$	$0,2621 + 0,2036$ $= 0,4657$	$0,2621 - 0,2036$ $= 0,0585$

PERHITUNGAN BATAS KENDALI PETA P (lanjutan)

Tanggal	Jumlah Produksi (Unit)	$3\sigma = 3 \frac{\sqrt{P(1-P)}}{n}$	UCL $P + 3\sigma$	LCL $P - 3\sigma$
16/03/17	85	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{85} = 0,1431$	$0,2621 + 0,1431$ $= 0,4052$	$0,2621 - 0,1431$ $= 0,1190$
17/03/17	67	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{67} = 0,1612$	$0,2621 + 0,1612$ $= 0,4233$	$0,2621 - 0,1612$ $= 0,1009$
20/03/17	89	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{89} = 0,1398$	$0,2621 + 0,1398$ $= 0,4019$	$0,2621 - 0,1398$ $= 0,1222$
21/03/17	66	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{66} = 0,1624$	$0,2621 + 0,1624$ $= 0,4245$	$0,2621 - 0,1624$ $= 0,0997$
22/03/17	39	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{39} = 0,2113$	$0,2621 + 0,2113$ $= 0,4733$	$0,2621 - 0,2113$ $= 0,0508$
23/03/17	43	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{43} = 0,2012$	$0,2621 + 0,2012$ $= 0,4633$	$0,2621 - 0,2012$ $= 0,0609$
24/03/17	32	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{32} = 0,2332$	$0,2621 + 0,2332$ $= 0,4953$	$0,2621 - 0,2332$ $= 0,0289$
27/03/17	60	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{60} = 0,1703$	$0,2621 + 0,1703$ $= 0,4324$	$0,2621 - 0,1703$ $= 0,0918$
28/03/17	42	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{42} = 0,2036$	$0,2621 + 0,2036$ $= 0,4657$	$0,2621 - 0,2036$ $= 0,0585$
29/03/17	69	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{69} = 0,1588$	$0,2621 + 0,1588$ $= 0,4209$	$0,2621 - 0,1588$ $= 0,1033$
30/03/17	47	$3 \frac{\sqrt{0,2621(1-0,2621)}}{47} = 0,1924$	$0,2621 + 0,1924$ $= 0,4545$	$0,2621 - 0,1924$ $= 0,0696$

PERHITUNGAN BATAS KENDALI PETA P REVISI PERTAMA

$$P = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{240 \text{ unit}}{1.037 \text{ unit}} = 0,2314$$

Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	$3\sigma = 3 \frac{\sqrt{P(1-P)}}{n}$	UCL (P + 3σ)	LCL (P - 3σ)
01/03/17	49	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{49} = 0,1808$	$0,2314 + 0,1808$ $= 0,4122$	$0,2314 - 0,1808$ $= 0,0507$
02/03/17	57	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{57} = 0,1676$	$0,2314 + 0,1676$ $= 0,3990$	$0,2314 - 0,1676$ $= 0,0639$
03/03/17	38	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{38} = 0,2053$	$0,2314 + 0,2053$ $= 0,4367$	$0,2314 - 0,2053$ $= 0,0262$
06/03/17	42	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{42} = 0,1952$	$0,2314 + 0,1952$ $= 0,4267$	$0,2314 - 0,1952$ $= 0,0362$
07/03/17	37	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{37} = 0,2080$	$0,2314 + 0,2080$ $= 0,4394$	$0,2314 - 0,2080$ $= 0,0234$
08/01/17	46	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{46} = 0,1866$	$0,2314 + 0,1866$ $= 0,4180$	$0,2314 - 0,1866$ $= 0,0449$
10/03/17	40	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{40} = 0,2001$	$0,2314 + 0,2001$ $= 0,4315$	$0,2314 - 0,2001$ $= 0,0314$
13/03/17	66	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{66} = 0,1557$	$0,2314 + 0,1557$ $= 0,3872$	$0,2314 - 0,1557$ $= 0,0757$
14/03/17	66	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{66} = 0,1557$	$0,2314 + 0,1557$ $= 0,3872$	$0,2314 - 0,1557$ $= 0,0757$
15/03/17	42	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{42} = 0,1952$	$0,2314 + 0,1952$ $= 0,4267$	$0,2314 - 0,1952$ $= 0,0362$
17/03/17	67	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{67} = 0,1546$	$0,2314 + 0,1546$ $= 0,3860$	$0,2314 - 0,1546$ $= 0,0769$

PERHITUNGAN BATAS KENDALI PETA P REVISI PERTAMA
(lanjutan)

Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	$3\sigma = 3 \frac{\sqrt{P(1-P)}}{n}$	UCL $P + 3\sigma$	LCL $P - 3\sigma$
20/03/17	89	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{89} = 0,1341$	$0,2314 + 0,1341$ $= 0,3656$	$0,2314 - 0,1341$ $= 0,0973$
21/03/17	66	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{66} = 0,1557$	$0,2314 + 0,1557$ $= 0,3872$	$0,2314 - 0,1557$ $= 0,0757$
22/03/17	39	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{39} = 0,2026$	$0,2314 + 0,2026$ $= 0,4340$	$0,2314 - 0,2026$ $= 0,0288$
23/03/17	43	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{43} = 0,1929$	$0,2314 + 0,1929$ $= 0,4244$	$0,2314 - 0,1929$ $= 0,0385$
24/03/17	32	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{32} = 0,2237$	$0,2314 + 0,2237$ $= 0,4551$	$0,2314 - 0,2237$ $= 0,0078$
27/03/17	60	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{60} = 0,1633$	$0,2314 + 0,1633$ $= 0,3948$	$0,2314 - 0,1633$ $= 0,0681$
28/03/17	42	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{42} = 0,1952$	$0,2314 + 0,1952$ $= 0,4267$	$0,2314 - 0,1952$ $= 0,0362$
29/03/17	69	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{69} = 0,1523$	$0,2314 + 0,1523$ $= 0,3838$	$0,2314 - 0,1523$ $= 0,0791$
30/03/17	47	$3 \frac{\sqrt{0,2314(1-0,2314)}}{47} = 0,1846$	$0,2314 + 0,1846$ $= 0,4160$	$0,2314 - 0,1846$ $= 0,0469$

PERHITUNGAN BATAS KENDALI PETA P REVISI KEDUA

$$P = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{194 \text{ unit}}{926 \text{ unit}} = 0,2095$$

Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	$3\sigma = 3 \frac{\sqrt{P(1-P)}}{n}$	UCL (P + 3σ)	LCL (P - 3σ)
01/03/17	49	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{49} = 0,1744$	0,2095 + 0,1744 = 0,3839	0,2095 - 0,1744 = 0,0351
02/03/17	57	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{57} = 0,1617$	0,2095 + 0,1617 = 0,3712	0,2095 - 0,1617 = 0,0478
03/03/17	38	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{38} = 0,1981$	0,2095 + 0,1981 = 0,4076	0,2095 - 0,1981 = 0,0115
06/03/17	42	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{42} = 0,1884$	0,2095 + 0,1884 = 0,3979	0,2095 - 0,1884 = 0,0211
07/03/17	37	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{37} = 0,2007$	0,2095 + 0,2007 = 0,4102	0,2095 - 0,2007 = 0,0088
08/01/17	46	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{46} = 0,1800$	0,2095 + 0,1800 = 0,3895	0,2095 - 0,1800 = 0,0295
10/03/17	40	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{40} = 0,1930$	0,2095 + 0,1930 = 0,4025	0,2095 - 0,1930 = 0,0165
13/03/17	66	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{66} = 0,1503$	0,2095 + 0,1503 = 0,3598	0,2095 - 0,1503 = 0,0592
14/03/17	66	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{66} = 0,1503$	0,2095 + 0,1503 = 0,3598	0,2095 - 0,1503 = 0,0592
17/03/17	67	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{67} = 0,1492$	0,2095 + 0,1492 = 0,3587	0,2095 - 0,1492 = 0,0604
20/03/17	89	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{89} = 0,1294$	0,2095 + 0,1294 = 0,3389	0,2095 - 0,1294 = 0,0801

PERHITUNGAN BATAS KENDALI PETA P REVISI PERTAMA
(lanjutan)

Tanggal	Jumlah Produksi (unit)	$3\sigma = 3 \frac{\sqrt{P(1-P)}}{n}$	UCL P + 3σ	LCL P - 3σ
21/03/17	66	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{66} = 0,1503$	0,2095 + 0,1503 = 0,3598	0,2095 – 0,1503 = 0,0592
22/03/17	39	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{39} = 0,1955$	0,2095 + 0,1955 = 0,4050	0,2095 – 0,1955 = 0,0140
23/03/17	43	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{43} = 0,1862$	0,2095 + 0,1862 = 0,3957	0,2095 – 0,1862 = 0,0233
24/03/17	32	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{32} = 0,2158$	0,2095 + 0,2158 = 0,4253	0,2095 – 0,2158 = -0,0063
27/03/17	60	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{60} = 0,1576$	0,2095 + 0,1576 = 0,3671	0,2095 – 0,1576 = 0,0519
28/03/17	42	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{42} = 0,1884$	0,2095 + 0,1844 = 0,3979	0,2095 – 0,1844 = 0,0211
30/03/17	47	$3 \frac{\sqrt{0,2095(1-0,2095)}}{47} = 0,1781$	0,2095 + 0,1781 = 0,3876	0,2095 – 0,1781 = 0,0314

PERHITUNGAN BATAS KENDALI PETA P SETELAH PERBAIKAN

$$P = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{122 \text{ unit}}{1.121 \text{ unit}} = 0,1088$$

Tanggal	Jumlah Produksi	$3\sigma = 3 \frac{\sqrt{P(1-P)}}{n}$	UCL $P + 3\sigma$	LCL $P - 3\sigma$
01/05/17	58	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{58} = 0,1227$	$0,1088 + 0,1227$ $= 0,2315$	$0,1088 - 0,1227$ $= -0,0138$
02/05/17	63	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{63} = 0,1177$	$0,1088 + 0,1177$ $= 0,2265$	$0,1088 - 0,1177$ $= -0,0089$
03/05/17	78	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{78} = 0,1058$	$0,1088 + 0,1058$ $= 0,2146$	$0,1088 - 0,1058$ $= 0,0030$
04/05/17	60	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{60} = 0,1206$	$0,1088 + 0,1206$ $= 0,2294$	$0,1088 - 0,1206$ $= -0,0118$
05/05/17	52	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{52} = 0,1296$	$0,1088 + 0,1296$ $= 0,2384$	$0,1088 - 0,1296$ $= -0,0207$
08/05/17	46	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{46} = 0,1378$	$0,1088 + 0,1378$ $= 0,2466$	$0,1088 - 0,1378$ $= -0,0289$
09/05/17	57	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{57} = 0,1237$	$0,1088 + 0,1237$ $= 0,2326$	$0,1088 - 0,1237$ $= -0,0149$
10/05/17	40	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{40} = 0,1477$	$0,1088 + 0,1477$ $= 0,2566$	$0,1088 - 0,1477$ $= -0,0389$
11/05/17	36	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{36} = 0,1557$	$0,1088 + 0,1557$ $= 0,2645$	$0,1088 - 0,1557$ $= -0,0469$
12/05/17	26	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{26} = 0,1832$	$0,1088 + 0,1832$ $= 0,2921$	$0,1088 - 0,1832$ $= -0,0744$
15/05/17	42	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{42} = 0,1442$	$0,1088 + 0,1442$ $= 0,2530$	$0,1088 - 0,1442$ $= -0,0353$
16/05/17	55	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{55} = 0,1260$	$0,1088 + 0,1260$ $= 0,2348$	$0,1088 - 0,1260$ $= -0,0171$

**PERHITUNGAN BATAS KENDALI PETA P SETELAH PERBAIKAN
(LANJUTAN)**

Tanggal	Jumlah Produksi	$3\sigma = 3 \frac{\sqrt{P(1-P)}}{n}$	UCL P + 3σ	LCL P - 3σ
17/05/17	72	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{72} = 0,1101$	0,1088 + 0,1101 = 0,2189	0,1088 - 0,1101 = -0,0013
18/05/17	48	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{48} = 0,1349$	0,1088 + 0,1349 = 0,2437	0,1088 - 0,1349 = -0,0260
19/05/17	46	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{46} = 0,1378$	0,1088 + 0,1378 = 0,2466	0,1088 - 0,1378 = -0,0289
22/05/17	39	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{39} = 0,1496$	0,1088 + 0,1496 = 0,2584	0,1088 - 0,1496 = -0,0408
23/05/17	43	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{43} = 0,1425$	0,1088 + 0,1425 = 0,2513	0,1088 - 0,1425 = -0,0336
24/05/17	32	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{32} = 0,1652$	0,1088 + 0,1652 = 0,2740	0,1088 - 0,1652 = -0,0563
26/05/17	60	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{60} = 0,1206$	0,1088 + 0,1206 = 0,2294	0,1088 - 0,1206 = -0,0118
27/05/17	42	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{42} = 0,1442$	0,1088 + 0,1442 = 0,2530	0,1088 - 0,1442 = -0,0353
29/05/17	39	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{39} = 0,1496$	0,1088 + 0,1496 = 0,2584	0,1088 - 0,1496 = -0,0408
30/05/17	47	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{47} = 0,1363$	0,1088 + 0,1363 = 0,2451	0,1088 - 0,1363 = -0,0274
31/05/17	40	$3 \frac{\sqrt{0,1088(1-0,1088)}}{40} = 0,1477$	0,1088 + 0,1477 = 0,2566	0,1088 - 0,1477 = -0,0389