

**PERBAIKAN KUALITAS PROSES *FORMING ROUNDNESS* PRODUK
PIPA API SPEC 5L 325 MM DENGAN METODE DMAIC
DI PT BAKRIE PIPE INDUSTRIES**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Akademik Dalam Penyelesaian Program
Pendidikan Diploma IV Teknik Industri Otomotif**

**OLEH :
FEBRIANI DWI KURNIA PUTRI
NIM. 1112075**



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

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR :

**"PERBAIKAN KUALITAS PROSES *FORMING ROUNDNESS*
PRODUK PIPA API *SPEC 5L 325 MM* DENGAN METODE DMAIC DI
PT BAKRIE PIPE INDUSTRIES"**

DISUSUN OLEH :

NAMA : FEBRIANI DWI KURNIA PUTRI
NIM : 1112075
PROGRAM STUDI : D-IV TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan
Dalam Ujian Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta
Kementerian Perindustrian RI

Jakarta, Agustus 2016

Menyetujui
Dosen Pembimbing

Muhamad Agus, S.T, M.T

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR : PERBAIKAN KUALITAS PROSES *FORMING ROUNDNESS*
PRODUK PIPA API *SPEC* 5L 325 MM DENGAN METODE
DMAIC DI PT BAKRIE PIPE INDUSTRIES

DISUSUN OLEH :

NAMA : FEBRIANI DWI KURNIA PUTRI

NIM : 1112075

PROGRAM STUDI : TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

Telah Diuji oleh Tim Penguji Sidang Ujian Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada Hari Rabu
Tanggal 2 November 2016.

Jakarta, November 2016

Dosen Penguji 1

Wilda Sukmawati, ST., MT

NIP: 197503182001122003

Dosen Penguji 2

Dr.Huwae Elias P, MSc.MM

NIP: 195510091982031002

Dosen Penguji 3

Irma Agustiningsih Imdam,S.ST, MT

NIP: 197208012003122002

Dosen Penguji 4

Muhamad Agus, ST., MT

NIP: 197008298002121001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya Mahasiswa Program Studi Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI Jakarta
Kementerian Perindustrian RI.

Nama : FEBRIANI DWI KURNIA PUTRI

NIM : 1112075

Program Studi : TEKNIK INDUTRI OTOMOTIF

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

**”PERBAIKAN KUALITAS DENGAN METODE SIX SIGMA-DMAIC UPAYA
MENGURANGI TINGKAT KECACATAN PRODUKSI PIPA API SPEC 5L
KEBULATAN 325 MM PADA PROSES FORMING DI PT BAKRIE PIPE
INDUSTRIES”**

☐ **Dibuat** dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survey lapangan, dosen pembimbing, melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir ini.

☐ **Bukan** merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas / Perguruan Tinggi lain, kecuali pada bagian-bagian tertentu digunakan sebagai bahan referensi pendukung, untuk melengkapi informasi dan sumber informasi dengan dicantumkan melalui referensi yang semestinya.

☐ **Bukan** merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan seperti diatas, maka karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, Agustus 2016

Pembuat Pernyataan

Febriani Dwi Kurnia Putri

POLITEKNIK STMI JAKARTA
d.h. SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR : "USULAN PERBAIKAN KUALITAS PROSES
PEMBUATAN PRODUK *CLEAR GLASS F3 LINE*
DENGAN METODE DMAIC DI PT ASAHIMAS
FLAT GLASS TBK."

DISUSUN OLEH

NAMA : MUHAMAD NUR ZAENI

NIM : 1110033

PROGRAM STUDI : TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

Telah Diuji oleh Tim Penguji Sidang Ujian Tugas Akhir Sekolah Tinggi Manajemen Industri Pada Hari Jumat Tanggal 31 Oktober 2014.

Jakarta, November 2014

DosenPenguji 1,

DosenPenguji 2,

DosenPenguji 3,

DosenPenguji 4,

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan penelitian tugas akhir ini dengan judul **”PERBAIKAN KUALITAS PROSES *FORMING ROUNDNESS* PRODUK PIPA API SPEC 5L 325 MM DENGAN METODE DMAIC DAN *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) DI PT BAKRIE PIPE INDUSTRIES”**

Penulisan tugas akhir ini merupakan pemenuhan sebagian persyaratan akademis untuk menyelesaikan Program Studi D-IV di Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI, Jurusan Teknik dan Manajemen Industri.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada keluarga penulis, Mama dan Bapak yang tak henti-hentinya mendoakan dan memotivasi untuk kemudahan dan kelancaran dalam penulisan tugas akhir ini, tak lupa untuk Kakak saya Putri Nur Utami dan Adik saya Alfizha Zulfi Haqi yang telah mendukung dan membantu penulis dalam bentuk moril maupun materil. Serta kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan penelitian tugas akhir ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan terutama pada:

- Bapak DR. Mustofa, S.T, M.T. selaku Ketua Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak DR. Ridzky Kramanandita, S.Kom, M.T selaku Pudir I Politeknik STMI Jakarta Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Muhamad Agus, S.T, M.T. selaku Ketua Prodi Teknik dan Manajemen Industri / Teknik Industri Otomotif.
- Ibu Emi Rusmiati, S.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia membantu memberikan bimbingan serta pengarahan kepada penulis selama pembuatan laporan penelitian tugas akhir.

- Bapak Nono Sutrisno selaku pembimbing di PT Bakrie Pipe Industries yang selalu membantu dan membimbing saya.
- Bapak H. Azam, Bapak Taufik dan Bapak Fauzi yang telah banyak memberikan bantuan motivasi selama saya melakukan penelitian di PT Bakrie Pipe Industries.
- Seluruh karyawan di PT Bakrie Pipe Industries yang telah banyak membantu penulis dalam proses pengumpulan data pada saat penelitian.
- Teman dekat penulis Rianrawan yang selalu setia menemani, memberikan dukungan dan membantu penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
- Sahabat-sahabat terbaik yang penulis miliki, Musyaroffah. Serta gengs Q1L4Y, Sarah Octavia, Fransisca Widitya, Dini Amalia dan Shintya Rizki atas kebersamaan, dukungan, semangat serta doa yang diberikan kepada penulis.
- Sahabat seperjuangan IA02, Putri Apriyanti, Siti Indriani, Lita Khoeriyah, Armina Hasugian, Intan Nur Ramadhani, Ferissa Julyanti, Resti Wilsiani, Irin Sihotang, Hany Hanifah, Nurlatifah, Risa Mahardita serta kawan-kawan TMI 2012 untuk seluruh dukungan, kebersamaan, kekompakan dan kerjasama selama hampir 4 tahun ini.
- Kakak-kakak senior dikampus untuk semangat, doa dan dukungannya dalam penyusunan tugas akhir ini.
- Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini, yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Demikianlah penulis berharap semoga laporan ini dapat dijadikan bahankajian, walaupun dari pemikiran ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran guna perbaikan yang bersifat membangun. Akhir kata, penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Jakarta, Agustus 2016

Penulis

ABSTRAK

PT Bakrie Pipe Industries merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang industri pembuatan pipa. Sekarang ini perusahaan dihadapkan masalah dengan banyaknya produk cacat yang dihasilkan dari proses produksi. Pada periode Oktober 2015, banyak ditemukan pipa dalam keadaan cacat sebesar 10,54% untuk keseluruhan jenis tipe pipa yang diproduksi. Dari keseluruhan pipa yang diproduksi terdapat salah satu pipa yang memiliki jumlah cacat terbanyak dibandingkan dengan jenis tipe pipa lain yaitu pipa API spec 5L sebesar 14,72%. Sedangkan perusahaan memiliki ketentuan untuk persentase cacat adalah sebesar 2%. Hal tersebut mengartikan bahwa masih banyak produk yang dihasilkan belum sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan perusahaan. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan upaya perbaikan dalam kegiatan proses produksinya, terutama dalam meningkatkan kualitas guna menurunkan produk cacat. Dalam penelitian ini dibuat perbaikan kualitas dengan tujuan mengurangi jumlah produk cacat yang diakibatkan oleh proses *forming*. Metode yang digunakan adalah DMAIC. Metode ini memiliki beberapa tahapan, yaitu *define, measure, analyze, improve* dan *control*. Dari penggunaan metode ini diperoleh sebagai berikut, terdapat beberapa jenis cacat yaitu cacat *open weld, roundness, outer/inner*, dan *misalignment*. Jenis cacat yang paling banyak ditemukan cacat *roundness* yaitu ukuran kebulatan pipa yang tidak sesuai spesifikasi perusahaan yang disebabkan oleh proses *forming*. Analisis dilakukan untuk menemukan penyebab terjadinya cacat serta selanjutnya dibuat perbaikan dari penyebab yang memiliki nilai rpn tertinggi yaitu jadwal pemberian pelumas yang tidak teratur dan tidak adanya alat bantu berupa *mall* dengan nilai rpn sebesar 324. Tindakan perbaikan yang dilakukan berupa perbaikan dengan melakukan pemberian pelumas secara teratur yaitu 1kali dalam seminggu dan mengecek kondisi *bearing* sebelum proses produksi berjalan dan membuat alat bantu berupa *mall* yang sudah sesuai dengan ukuran pipa yang ingin diproduksi. Dari hasil perbaikan yang telah dilakukan menunjukkan adanya penurunan DPMO dari 153.900 menjadi 63.000 unit dan peningkatan level *sigma* dari 2,52 menjadi 3,03.

Kata Kunci: DMAIC, FMEA, produk pipa, proses *forming*, *roundness*

LAMPIRAN

DAFTAR ISI

	Halaman
Judul	
Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing Tugas Akhir	
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	
Lembar Bimbingan Tugas Akhir	
Abstrak	
Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi.....	iii
Daftar Tabel.....	vi
Daftar Gambar.....	vii
Daftar Lampiran	ix
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Pembatasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
 BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Konsep Dasar Sistem Produksi	6
2.2. Kualitas	8
2.2.1. Pengertian Kualitas	8
2.2.2. Dimensi Kualitas	9
2.2.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi Kualitas	10
2.2.4. Jenis-jenis Kualitas	11
2.2.5. Pengendalian Kualitas	12
2.2.6. Tujuan Pengendalian Kualitas	14

2.2.7. Pekerjaan Pengendalian Kualitas	14
2.3. Six Sigma	16
2.3.1. Sejarah Six Sigma	16
2.3.2. Pengendalian Kualitas Six Sigma Motorola	17
2.3.3. Dasar Statistik <i>Six Sigma</i>	19
2.3.4. Beberapa istilah dalam konsep <i>six sigma</i>	19
2.3.5. Kelebihan dan Manfaat <i>six sigma</i>	21
2.4. Metode DMAIC	22
2.4.1. Tahap <i>Define</i>	24
2.4.2. Tahap <i>Measure</i>	32
2.4.3. Tahap <i>Analyze</i>	42
2.4.4. Tahap <i>Improve</i>	48
2.4.5. Tahap <i>Control</i>	49
2.5. Definisi Pipa.....	50
2.5.1. Jenis-jenis pipa	50
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Metodologi Penelitian.....	52
BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1. Pengumpulan Data	59
4.1.1. Sejarah Perusahaan	59
4.1.2. Visi dan Misi Perusahaan	62
4.1.3. Sistem Manajemen.....	62
4.1.4. <i>Safety</i> Perusahaan	64
4.1.5. Struktur Organisasi dan <i>Job description</i>	65
4.1.6. Ketenagakerjaan	69
4.1.7. Jumlah karyawan, jam kerja, dan hari kerja	70
4.1.8. Sistem kendali mutu	71
4.1.9. Sistem pemeliharaan atau <i>Maintenance</i>	72
4.1.10 Hasil produk.....	73
4.1.11 Proses produksi pipa API Spec 5L	74

4.1.12 Data jumlah produksi dan cacat pipa di KT-24	78
4.1.13 Data jumlah cacat produksi pipa API Spec 5L di KT-24.....	78
4.1.14 Data jenis cacat produksi pipa API Spec 5L di KT-24.....	79
4.1.15 Data kebulatan (<i>roundness</i>) pipa API Spec 5L di KT-24	80
4.2. Pengolahan Data	82
4.2.1. Tahap <i>Define</i>	82
4.2.2 Tahap <i>Measure</i>	89
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
5.1. Tahap <i>Analyze</i>	99
5.1.1. Pembuatan diagram <i>fishbone</i>	99
5.1.2. Pembuatan <i>Failure Mode and Effect Analyze</i>	100
5.2. Tahap <i>Improve</i>	104
5.3. Tahap <i>Control</i>	107
5.4. Perbandingan DPMO dan Level Sigma	114
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan.....	116
6.2 Saran	117
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Perbedaan <i>true six sigma</i> dengan Motorola <i>six sigma</i>	18
Tabel 2.2 Hubungan Kuantitatif antar <i>Sigma</i> , DPMO dan Cp.....	19
Tabel 2.3 <i>Sampling Judgemental Vs Statistical</i>	35
Tabel 2.4 Jumlah Hari Tidak Masuk Kerja	38
Tabel 2.5 Klasifikasi kualitas produk berdasarkan Cp	41
Tabel 2.6 Kriteria penilaian <i>severity</i>	46
Tabel 2.7 Kriteria penilaian <i>occurance</i>	47
Tabel 2.8 Kriteria penilaian <i>detection</i>	47
Tabel 2.9 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan	49
Tabel 4.1 Jumlah Karyawan PT Bakrie Pipe Industries	70
Tabel 4.2 Jam Kerja PT Bakrie Pipe Industries	71
Tabel 4.3 Jenis-jenis pipa	73
Tabel 4.4 Jumlah produksi dan cacat pipa di KT-24	78
Tabel 4.5 Jumlah cacat yang dihasilkan tiap proses pipa API <i>Spec</i> 5L di KT-24.....	79
Tabel 4.6 Data OOR kebulatan 325 mm pipa API <i>Spec</i> 5L Oktober 2015....	80
Tabel 4.7 Perhitungan persentase data cacat periode Oktober 2015	82
Tabel 4.8 Perhitungan persentase data cacat pada setiap jenis proses	83
Tabel 4.9 Karakteristik Kualitas Produk Berdasarkan Keinginan Pelanggan	89
Tabel 4.10 Rekapitulasi penentuan $\bar{X}$ dan $\bar{R}$	90
Tabel 4.11 Penentuan $\bar{X}$ dan $\bar{R}$ setelah Revisi	94
Tabel 5.1 Penyebab kegagalan, modus kegagalan dan efek dari kegagalan untuk jenis cacat <i>roundness</i>	101

Tabel 5.2 Penentuan skala <i>rating severity</i>	101
Tabel 5.3 Penentuan skala <i>rating occurance</i>	102
Tabel 5.4 Penentuan nilai <i>detection</i>	103
Tabel 5.5 Penentuan nilai RPN	103
Tabel 5.6 Rencana Perbaikan Cacat <i>Roundness</i>	104
Tabel 5.7 Rekapitulasi penentuan $\bar{X}$ dan $\bar{R}$ setelah perbaikan.....	108
Tabel 5.8 Perbandingan DPMO dan Level Sigma sebelum dan sesudah perbaikan	114

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi	7
Gambar 2.2 Konsep Peningkatan Kualitas Deming	13
Gambar 2.3 Konsep Six Sigma.....	18
Gambar 2.4 Siklus DMAIC	23
Gambar 2.5 Simbol Bagan Aliran	26
Gambar 2.6 Diagram Alir	27
Gambar 2.7 Diagram SIPOC	28
Gambar 2.8 Contoh Diagram Pareto	31
Gambar 2.9 Lembar <i>Checksheet</i>	34
Gambar 2.10 Contoh Histogram.....	37
Gambar 2.11 Alat Bantu Pengendalian Kualitas Peta Kontrol Variabel	41
Gambar 2.12 Alat Bantu Pengendalian Kualitas Diagram Sebab Akibat.....	44
Gambar 3.1 Metodologi Penelitian.....	52
Gambar 4.1 Denah lokasi PT Bakrie Pipe Industries.....	62
Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT Bakrie Pipe Industries	66
Gambar 4.3 Proses Produksi pipa API <i>Spec</i> 5L	74
Gambar 4.4 Bentangan <i>Coil</i>	75
Gambar 4.5 Hasil potongan tegak lurus dan tidak.....	75
Gambar 4.6 Diagram Pareto pemilihan tipe pipa	82
Gambar 4.7 Diagram alir pembuatan pipa API <i>Spec</i> 5L ukuran kebulatan 325mm	83
Gambar 4.8 Diagram SIPOC proses pembuatan pipa API <i>Spec</i> 5L	84
Gambar 4.9 Diagram Pareto pemilihan jenis cacat pada pipa API <i>Spec</i> 5L	86
Gambar 4.10 Grafik Histogram dengan Ms.Excel	91
Gambar 4.11 Peta Kendali $\bar{X}$	92
Gambar 4.12 Peta Kendali $\bar{R}$	93

Gambar 4.13 Peta Kendali $\bar{X}$ setelah revisi	95
Gambar 4.14 Peta Kendali R setelah revisi	96
Gambar 5.1 Diagram Sebab Akibat Cacat <i>Roundness</i>	100
Gambar 5.2 (a) Kondisi <i>bearing</i> dalam keadaan bagus. (b) <i>Bearing</i> dalam keadaan aus. (c) <i>Bearing</i> pecah.....	106
Gambar 5.3 Rancangan <i>mall</i>	106
Gambar 5.4 Pemasangan <i>mall</i> di mesin roll	107
Gambar 5.5 Grafik Histogram dengan Excel uji normalitas setelah perbaikan	109
Gambar 5.6 Peta Kendali $\bar{X}$ setelah perbaikan	111
Gambar 5.7 Peta Kendali R setelah perbaikan	111
Gambar 5.8 Perbandingan DPMO sebelum dan sesudah perbaikan	115
Gambar 5.9 Perbandingan Level Sigma sebelum dan sesudah perbaikan.....	115

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Konversi DPMO ke Nilai Sigma berdasarkan Konsep Motorola
- Lampiran B : Tabel Z
- Lampiran C : Tabel A2 dan D4
- Lampiran D : Lembar Dokumentasi FMEA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan dunia industri saat ini sangatlah pesat, sehingga banyak perusahaan saling bersaing untuk dapat terus bertahan dan terus mengembangkan usahanya. Perusahaan yang dapat menghasilkan produk atau jasa yang terbaiklah yang akan dapat terus bertahan dan berkembang serta mengalahkan para pesaingnya. Perusahaan yang dapat bersaing dan menguasai pasar dalam negeri dan internasional adalah perusahaan yang dapat memberikan kepuasan pelanggan terutama dari segi kualitas produk.

Kualitas produk merupakan bagian penting yang dapat membuat suatu perusahaan maju dan berkembang. Perusahaan harus mampu mempersiapkan diri dalam memperbaiki kualitas produknya, karena penurunan kualitas akibat cacat dalam produk akan mengurangi kualitas produk itu sendiri. Dalam proses produksi kemungkinan akan ditemukan ada produk yang cacat, karena itu perusahaan harus meminimalisasi jumlah produk cacat tersebut agar meminimalisasi biaya maupun tenaga yang dibutuhkan untuk memperbaiki atau membuang produk cacat.

PT Bakrie Pipe Industries adalah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam industri pembuatan pipa baja yang bersifat *Job Order*. PT Bakrie Pipe Industries memproduksi berbagai macam jenis produk pipa baja untuk berbagai kebutuhan. Dari pipa baja untuk keperluan konstruksi hingga pipa baja untuk keperluan industri oil dan gas. PT Bakrie Pipe Industries selalu berupaya untuk mengurangi besarnya produk cacat dan memberikan produk yang terbaik dari segi kualitas, sehingga pelanggan akan merasa puas dengan produk pipa yang dihasilkan. Akan tetapi, PT Bakrie Pipe Industries masih mengalami permasalahan pada pipa yang dihasilkan dari proses produksinya. Pada periode Oktober 2015, banyak ditemukan pipa dalam keadaan cacat sebesar 10,54% untuk keseluruhan jenis tipe pipa yang diproduksi. Dari keseluruhan jenis tipe pipa yang diproduksi terdapat salah satu pipa yang

memiliki jumlah cacat terbanyak dibandingkan dengan jenis tipe pipa yang lain yaitu pipa tipe *API spec 5L* sebesar 14,72%. Sedangkan perusahaan memiliki ketentuan untuk persentase cacat adalah sebesar 2%. Hal inilah yang membuat PT Bakrie Pipe Industries harus melakukan tindakan untuk menyelesaikan masalah yang terdapat pada proses produksinya, sehingga pipa yang dihasilkan akan dalam keadaan baik.

Oleh karena itu, pada saat kegiatan produksi perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sebab-sebab terjadinya cacat dari produk yang dihasilkan. Selain itu untuk memperbaiki kualitas tersebut dibutuhkan rancangan langkah-langkah filosofi *six sigma*. *Six sigma* dapat digunakan untuk mengurangi variasi proses, pengendalian proses dan peningkatan terus menerus. *Six sigma* memberikan solusi yang tepat mengenai langkah-langkah yang seharusnya dilakukan untuk menghasilkan peningkatan kualitas menuju *zero defect*. Dalam penerapan *six sigma*, digunakan sebuah metoda penyelesaian terstruktur yaitu metoda DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*). DMAIC merupakan metoda tepat sehingga penyebab *defect* dapat segera ditangani dan diharapkan dapat diminimalisir serta menghilangkan *defect* yang ada serta mampu meningkatkan pencapaian kualitas pada proses produksi untuk mencapai *zero defect*.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, terdapat beberapa hal yang perlu dirumuskan dalam penelitian ini yaitu :

1. Apa saja jenis dan penyebab cacat yang dominan pada proses pembentukan pipa *API spec 5L* di *plant* KT-24?
2. Bagaimana tindakan perbaikan yang dilakukan pada proses pembentukan pipa *API spec 5L* kebulatan 325 mm di *plant* KT-24?
3. Berapakah nilai CP, DPMO dan tingkat *sigma* produk pipa *API spec 5L* di *plant* KT-24 ?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan adanya perumusan masalah yang terstruktur, maka dapat ditetapkan tujuan penelitian ini :

1. Mengetahui jenis dan penyebab cacat yang dominan pada proses pembentukan pipa API spec 5L di *plant* KT-24.
2. Mengusulkan langkah-langkah perbaikan pada proses pembentukan pipa API spec 5L kebulatan 325 mm di *plant* KT-24.
3. Menghitung nilai CP, DPMO dan tingkat *sigma* untuk meningkatkan kualitas produk pipa API spec 5L di *plant* KT-24 sebelum dan setelah perbaikan.

1.4 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini untuk mengarahkan dan tidak terjadi penyimpangan serta meluasnya materi pembahasan yang akan dijelaskan dalam Tugas Akhir ini, maka perlu adanya pembatasan masalah. Adapun batasan-batasan yang berkaitan dengan permasalahan ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di PT Bakrie Pipe Industries.
2. Pengamatan dilakukan pada *plant* KT-24, proses pembuatan pipa API spec 5L.
3. Data yang diambil adalah data cacat dan kebulatan pipa API spec 5L *plant* KT-24 Bulan Oktober 2015 dan Mei 2016.
4. Faktor yang dibahas hanya mengenai factor kegagalan pada proses pembentukan pipa.
5. Tidak membahas masalah biaya yang karena merupakan rahasia perusahaan.
6. Pengukuran data kebulatan diukur berdasarkan ketentuan dari perusahaan yaitu diukur pada bagian luar pipa.
7. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan sebagai alat dalam metode DMAIC.

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

Dapat membantu meningkatkan efisiensi dan efektivitas perusahaan dengan cara mengurangi cacat pada *part* yang menyebabkan perbaikan (*repair*).

2. Bagi mahasiswa

Dapat menambah pengetahuan, wawasan mengenai pengendalian kualitas dalam hubungannya yang erat dengan ilmu-ilmu lain yang dipelajari pada jurusan teknik dan manajemen industri yang berguna khususnya dalam menempuh prosedur pengamatan seperti statistik, metode penelitian, pengendalian kualitas dan lain-lain.

3. Bagi pihak lain

Dapat menambah informasi, sebagai tambahan ilmu, bahan pertimbangan dan perbandingan untuk melakukan penelitian selanjutnya secara lebih mendalam.

1.6 Sistematika Penulisan

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

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang permasalahan yang terjadi pada PT Bakrie Pipe Industries, rumusan permasalahan yang akan diteliti guna mencapai tujuan dalam penelitian, tujuan penelitian dalam rangka memperbaiki kualitas produk dan proses dengan mengurangi tingkat cacat yang ada pada perusahaan, pembatasan masalah, manfaat penelitian sebagai upaya peningkatan kualitas dengan menggunakan metode DMAIC dan sistematika penulisan yang diharapkan mampu memberikan gambaran pelaksanaan dan pembahasan dalam tugas akhir ini.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini menjabarkan tentang teori-teori yang mendukung dan berkaitan dengan permasalahan yang dibahas, yaitu mengenai pengertian kualitas, dimensi kualitas, *Six sigma*, dan metode DMAIC.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang obyek penelitian, kerangka pemecahan masalah dan langkah-langkah pemecahan masalah yang meliputi studi lapangan, studi pustaka, tujuan penelitian, tahap pengumpulan data, tahap pengolahan data dengan metode DMAIC, analisis hasil dan pembahasan serta kesimpulan dan saran.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi data yang diperoleh dari wawancara, dan pengamatan. Data yang diperoleh yaitu data sekunder dan data primer perusahaan. Selain itu pada bab ini juga dilakukan pengolahan data terhadap masalah yang diteliti, diperoleh melalui hasil wawancara dengan perusahaan. Tahapan yang dilakukan adalah tahap *Define* dan *Measure*.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi analisis masalah berdasarkan data hasil pengolahan data pada bab IV. Tahapan yang dilakukan adalah tahap *Analyze*, *Improve*, dan *Control*. Hasil analisis yang dilakukan merupakan dasar penentuan usulan perbaikan kepada perusahaan.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan, serta jawaban dari tujuan penelitian. Bab ini juga berisi saran pertimbangan terhadap perusahaan terkait dengan perbaikan pada proses *forming* (pembentukan) pipa.

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan uraian mengenai teori yang digunakan dalam penelitian. Teori yang terdapat dalam bab ini, yaitu definisi kualitas, *six sigma*, sejarah *six sigma*, pengendalian *six sigma* motorola, metode DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*), metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analyze*), metode 5W + 1H, perhitungan peta kendali, kapabilitas proses, serta definisi dan jenis-jenis pipa.

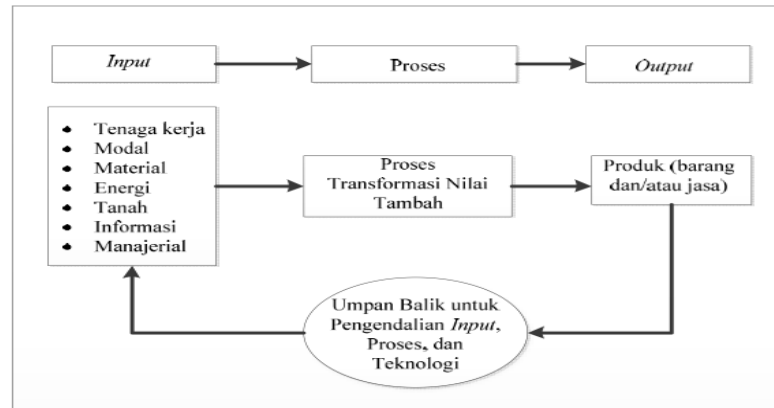
2.1 Konsep Dasar Sistem Produksi

Menurut Gaspersz (2002), produksi adalah bidang yang terus berkembang selaras dengan perkembangan teknologi, dimana produksi memiliki suatu jalinan hubungan timbal-balik (dua arah) yang sangat erat dengan teknologi, dimana produksi dan teknologi saling membutuhkan. Sistem produksi merupakan sistem integral yang mempunyai komponen struktural dan fungsional, dan memiliki beberapa karakteristik berikut:

1. Mempunyai komponen-komponen atau elemen-elemen yang saling berkaitan satu sama lain dan membentuk satu kesatuan yang utuh.
2. Mempunyai tujuan yang mendasari keberadaannya, yaitu menghasilkan produk (barang dan/atau jasa) berkualitas yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.
3. Mempunyai aktivitas berupa proses transformasi nilai tambah *input* menjadi *output* secara efektif dan efisien.
4. Mempunyai mekanisme yang mengendalikan pengoperasiannya, berupa optimalisasi pengalokasian sumber-sumber daya.

Proses dalam sistem produksi dapat didefinisikan sebagai *integrasi sekuensial* dari lingkungan, guna menghasilkan nilai tambah bagi produk agar dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar. Definisi lain dari proses adalah suatu kumpulan

tugas yang dikaitkan melalui suatu aliran material dan informasi yang mentransformasikan berbagai input kedalam output yang bermanfaat atau bernilai tambah tinggi. Secara skematis sederhana, sistem produksi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi
(Sumber :Gaspesz, 2002)

Sub-sub sistem dari sistem produksi tersebut antara lain adalah perencanaan dan pengendalian produksi, pengendalian kualitas, penentuan standar-standar produksi, perawatan fasilitas produksi dan penentuan harga pokok produksi. Konsep dasar sistem produksi, sebagai berikut:

1. Elemen Input dalam sistem produksi

Pada dasarnya elemen input dalam sistem produksi dapat diklasifikasikan ke dalam dua jenis, yaitu input tetap (*fixed input*) dan input variabel (*variable input*). Input tetap didefinisikan sebagai suatu input bagi sistem produksi yang tingkat penggunaan input itu tidak tergantung pada jumlah output yang akan diproduksi. Input variabel didefinisikan sebagai suatu input bagi sistem produksi yang tingkat penggunaan tingkat input itu tergantung pada jumlah output yang akan diproduksi.

2. Proses dalam sistem produksi

Suatu proses dalam sistem produksi dapat didefinisikan sebagai integrasi sekuensial dari tenaga kerja, material, informasi, metode kerja dan mesin atau

peralatan, dalam suatu lingkungan guna menghasilkan nilai tambah bagi produk agar dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar.

3. Elemen output dalam sistem produksi

Output dari proses dalam sistem produksi dapat berbentuk barang dan/atau jasa yang disebut sebagai produk.

Sedangkan menurut Baroto (2002) produksi adalah suatu proses pengubahan bahan baku menjadi produk jadi. Sistem produksi adalah sekumpulan aktivitas untuk membuat suatu produk, dimana dalam pembuatan ini melibatkan tenaga kerja, bahan baku, mesin, energi, informasi, modal dan tindakan manajemen. Dalam praktik, aktivitas dalam sistem produksi ini dapat dikelompokkan ke dalam dua kategori, yaitu “Proses Produksi” dan “Perencanaan dan Pengendalian Produksi (*Production Planning and Control/PPC*)”. Proses produksi adalah aktivitas bagaimana membuat produk jadi dari bahan baku yang melibatkan mesin, energi, pengetahuan teknis, dan lain-lain dan perencanaan dan pengendalian produksi (PPC) merupakan aktivitas bagaimana mengelola proses produksi tersebut.

2.2 Kualitas

2.2.1 Pengertian Kualitas

Kualitas merupakan hal terpenting dalam dunia industri. Dengan mempunyai kualitas terbaik, perusahaan dapat bersaing dan bertahan dalam dunia industri. Persaingan terjadi bukan hanya dari seberapa tinggi tingkat produktivitas perusahaan dan seberapa rendahnya tingkat harga produk maupun jasa, namun lebih kepada kualitas produk atau jasa tersebut, kenyamanan, kemudahan, serta ketepatan dan kecepatan waktu dalam pencapaiannya. Sementara itu untuk menjaga konsistensi kualitas produk dan jasa yang dihasilkan dan sesuai dengan tuntutan kebutuhan pasar, perlu dilakukan pengendalian kualitas atas aktivitas proses yang dijalani.

Faktor utama yang menentukan kinerja suatu perusahaan adalah kualitas barang dan jasa yang dihasilkan. Produk dan jasa yang berkualitas adalah produk dan jasa yang sesuai dengan apa yang diinginkan konsumen. Oleh karena itu

organisasi/perusahaan perlu mengenal konsumen atau pelanggannya dan mengetahui kebutuhan dan keinginannya. Ada beberapa definisi pengertian kualitas dikutip oleh Ariani (2004), pengertian kualitas menurut beberapa ahli yang banyak kenal antara lain:

1. Juran (1962) mendefinisikan "kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya."
2. Crosby (1979) mendefinisikan "kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan yang meliputi *availability*, *delivery*, *reliability*, *maintainability*, dan *cost effectiveness*."
3. Deming (1982) mendefinisikan "kualitas harus bertujuan memenuhi kebutuhan pelanggan sekarang dan di masa mendatang"
4. Feigenbaum (1991) mendefinisikan "kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing*, *engineering*, *manufacture*, dan *maintenance*, dalam mana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan"
5. Elliot (1993) mendefinisikan "kualitas adalah sesuatu yang berbeda untuk orang yang berbeda dan tergantung pada waktu dan tempat, atau dikatakan sesuai dengan tujuan"
6. Seherkenbach (1991) mendefinisikan "kualitas ditentukan oleh pelanggan, pelanggan menginginkan produk dan jasa yang sesuai dengan kebutuhan dan harapannya pada suatu tingkat harga tertentu yang menunjukkan nilai produk tersebut"

2.2.2. Dimensi Kualitas

Ada beberapa dimensi kualitas untuk industri manufaktur dan jasa. Dimensi ini digunakan untuk melihat dari sisi manakah kualitas dinilai. Kedelapan dimensi tersebut adalah sebagai berikut : (Ariani, 2004: 6)

1. *Performance*, yaitu kesesuaian produk dengan fungsi utama produk itu sendiri atau karakteristik operasi dari suatu produk.

2. *Feature*, yaitu ciri khas produk yang membedakan dari produk lain yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan.
3. *Reliability*, yaitu kepercayaan pelanggan terhadap produk karena 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/awet produk atau lama umur produk.
6. *Serviceability*, yaitu kemudahan produk itu bila akan diperbaiki atau kemudian memperoleh komponen produk tersebut.
7. *Aesthetic*, yaitu keindahan atau daya tarik produk tersebut.
8. *Perception*, yaitu fanatisme konsumen akan merek suatu produk tertentu karena citra atau reputasi produk itu sendiri.

2.2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas

Pada masa sekarang ini industri tergantung pada sejumlah besar kondisi yang membebani produk-produk melalui suatu cara yang tidak pernah dialami pada periode sebelumnya. Kualitas produk secara langsung dipengaruhi oleh (Feigenbaum,1992) :

1. Pasar

Keinginan dan kebutuhan konsumen pada masa sekarang ini untuk memperoleh produk dengan kualitas baik dalam memenuhi kebutuhan tersebut.

2. Uang

Biaya-biaya kualitas yang dikaitkan dengan perbaikan mutu telah mencapai keinginan yang tak terduga, kenyataan ini menekankan bahwa biaya kualitas sebagai salah satu “titik lunak” tempat biaya operasi dan kerugian yang dapat diturunkan untuk mendapatkannya.

3. Manajemen

Adanya koordinasi antar divisi memungkinkan tidak terjadi kesalahan operasi perencanaan produk yang dihasilkan sesuai dengan kualitas dari keinginan konsumen.

4. Manusia

Faktor terpenting yang harus dimiliki perusahaan karena merupakan sumber daya spesialisasi yang khusus.

5. Material

Dikarenakan persyaratan mutu yang lebih ketat, maka spesifikasi bahan menjadi lebih baik.

6. Mesin

Memelihara waktu kerja mesin agar fasilitasnya dapat dimanfaatkan sepenuhnya.

7. Informasi

Teknologi informasi ini telah menyediakan cara untuk mengendalikan mesin dan proses selama pembuatan produk dan mengembalikan produk hingga sampai ke tangan pelanggan.

8. Persyaratan proses produksi

Meningkatnya kerumitan persyaratan yang lebih tinggi bagi produk telah menekan pentingnya keamanan dan kehandalan produk.

9. Motivasi

Para pekerja memerlukan sesuatu yang memperkuat rasa keberhasilan dalam pekerjaan mereka.

2.2.4 Jenis-Jenis Kualitas

Pada dasarnya sistem kualitas modern dapat dibagi dalam tiga bagian, yaitu sebagai berikut (Gaspersz, 2001):

1. Kualitas Desain

Kualitas desain pada dasarnya mengacu kepada aktivitas yang menjamin bahwa produk baru atau produk yang dimodifikasi, didesain sedemikian rupa untuk memenuhi keinginan dan harapan pelanggan serta secara ekonomis layak untuk

diproduksi atau dikerjakan. Dengan demikian kualitas desain adalah kualitas yang direncanakan. Kualitas desain itu akan menentukan spesifikasi produk dan merupakan dasar pembuatan keputusan yang berkaitan dengan segmen pasar, spesifikasi pelanggan, serta pelayanan purna jual. Kualitas desain pada umumnya merupakan tanggung jawab dari bagian *Research and Development* (R & D), rekayasa proses (*process engineering*), riset pasar (*market research*), dan bagian-bagian lain yang berkaitan.

2. Kualitas Konformansi

Mengacu kepada pembuatan produk atau pemberi jasa pelayanan yang memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya pada tahap desain itu. Dengan demikian kualitas konformansi menunjukkan tingkat sejauh mana produk yang dibuat memenuhi atau sesuai dengan spesifikasi produk. Pada umumnya bagian-bagian produksi, perencanaan dan pengendalian produksi, pembelian, dan pengiriman memiliki tanggung jawab utama untuk kualitas konformansi itu.

3. Kualitas Pemasaran dan Pelayanan Purna Jual

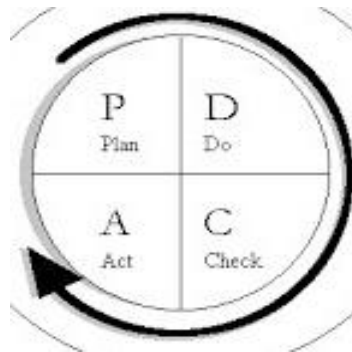
Kualitas pemasaran dan pelayanan purna jual berkaitan dengan tingkat sejauh mana dalam menggunakan produk itu untuk memenuhi ketentuan-ketentuan dasar tentang pemasaran, pemeliharaan, dan pelayanan purna jual. Dengan demikian dapat dipahami bahwa terdapat keterkaitan pengendalian kualitas diantara bagian atau tahap yang satu dan yang lainnya, yang dimulai sejak adanya permintaan pasar akan suatu produk tertentu hingga berakhir pada penggunaan produk itu oleh pelanggan.

2.2.5 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah pengembangan sistem untuk memastikan bahwa produk dan jasa dirancang dan diproduksi untuk memenuhi atau melampaui persyaratan dari pelanggan maupun produsen sendiri. Ada beberapa pendapat ahli yang mendefinisikan istilah pengendalian kualitas, diantaranya yaitu:

1. Feigenbaum (1991) 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 (1992) menyatakan, “Pengendalian kualitas merupakan 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.”

Pada prinsipnya pengendalian kualitas mengikuti daur PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) yang memiliki makna sebagai berikut digambarkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Konsep Peningkatan Kualitas *Deming*
(Sumber : Syukron & Kholil, 2013)

Berdasarkan Gambar 2.2 dibawah ini merupakan penjelasan mengenai PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) sebagai berikut:

1. *Plan* adalah meninjau berbagai isu dan kesenjangan yang ada pada kinerja saat ini. Prosesnya adalah mengumpulkan data, mengidentifikasi dan menyelesaikan akar penyebab masalah, memikirkan solusi dan merencanakan sebuah implementasi terhadap solusi yang paling optimal.
2. *Do* adalah uji coba solusi yang telah direncanakan.

3. *Check* adalah mengukur hasil-hasil uji coba untuk mengetahui apakah yang dimaksudkan telah tercapai dan jika ada masalah perhatikan hal yang mengganggu tersebut.
4. *Act* adalah berdasarkan solusi uji coba dan evaluasi, perbaiki, dan perluas/tingkatkan solusi untuk membuatnya permanen dan menggabungkan pendekatan baru bilamana mungkin untuk diterapkan (Pande dkk, 2002).

2.2.6 Tujuan Pengendalian Kualitas

Tujuan dari pengendalian kualitas menurut Yamit (2002) adalah:

1. Untuk mengetahui apakah segala sesuatunya berjalan dengan sesuai rencana yang ada.
2. Untuk menekan atau mengurangi volume kesalahan dan perbaikan.
3. Untuk menjaga dan menaikkan kualitas sesuai standar.
4. Untuk mengurangi keluhan atau penolakan konsumen.

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

Pengendalian kualitas tidak dapat dilepaskan dari pengendalian produksi, karena pengendalian kualitas merupakan bagian dari pengendalian produksi. Pengendalian produksi baik secara kualitas maupun kuantitas merupakan kegiatan yang sangat penting dalam suatu perusahaan. Hal ini disebabkan karena semua kegiatan produksi yang dilaksanakan akan dikendalikan, supaya barang dan jasa yang dihasilkan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, dimana penyimpangan-penyimpangan yang terjadi diusahakan serendah-rendahnya.

2.2.7 Pekerjaan Kendali Kualitas

Kendali dalam istilah industri dapat didefinisikan sebagai suatu proses untuk mendelegasikan tanggung jawab dan wewenang untuk kegiatan manajemen sambil tetap menggunakan cara-cara untuk menjamin hasil yang memuaskan. Pada umumnya ada empat langkah dalam kendali tersebut :

1. Menetapkan standar.

Menentukan standar mutu biaya, standar mutu prestasi kerja, standar mutu keamanan, dan standar mutu keterandalan yang diperlukan untuk produk tersebut.

2. Menilai kesesuaian.

Membandingkan kesesuaian dari produk yang dibuat, atau jasa yang ditawarkan terhadap standar-standar ini.

3. Bertindak bila perlu.

Mengkoreksi masalah dan penyebabnya melalui faktor-faktor yang mencakup pemasaran, perancangan, rekayasa, produksi, dan pemeliharaan yang mempengaruhi kepuasan pemakai.

4. Merencanakan perbaikan.

Mengembangkan suatu upaya yang berkelanjutan untuk memperbaiki standar-standar biaya, prestasi, keamanan, dan keterandalan.

Kendali mutu mengacu pada bidang teknis dan administratif yang luas dari pengembangan, pemeliharaan, dan perbaikan mutu produk dan jasa. Pekerjaan kendali mutu bersesuaian dengan proses produksi dan jasa, dan salah satu cara pembedaan di antara mereka menunjukkan bahwa ada empat (4) klasifikasi alami dimana mereka termasuk ke dalamnya.

Pekerjaan pertama dari kendali mutu dapat diistilahkan sebagai pengendalian rancangan baru. Termasuk disini adalah usaha usaha kendali mutu pada sebuah produk baru, sementara karakteristik kemampupasarannya sedang dipilih, parameter-parameter rancangan dan keterandalan sedang dibuat dan dibuktikan melalui uji *prototype*, proses produksi sedang direncanakan dan dihitung biayanya, dan standar mutu sedang ditentukan.

Pekerjaan kedua kendali mutu adalah mengendalikan bahan yang masuk. Termasuk disini adalah prosedur-prosedur untuk penerimaan aktual bahan, suku cadang, dan komponen yang dibeli dari perusahaan-perusahaan lain, atau barangkali dari unit-unit operasi lain dari perusahaan yang sama.

Pekerjaan ketiga dari kendali mutu adalah pengendalian produk. Pengendalian produk menyertakan pengendalian atas produk-produk pada sumber produksi

sehingga penyimpangan dari spesifikasi mutu dapat dikoreksi sebelum produk yang cacat dan tak sesuai selesai dibuat.

Pekerjaan keempat dari kendali mutu adalah kajian proses khusus, yang berkenaan dengan penyelidikan dan pengujian untuk mencari penyebab produk yang cacat dan yang tak sesuai dan melakukan tindakan korektif yang permanen. Kerja proses khusus ini diselaraskan menuju perbaikan produk dan proses, bukan hanya untuk memperbaiki karakteristik mutu tetapi juga untuk menurunkan biaya.

2.3 Six Sigma

Istilah *six sigma* terdiri dari dua kata yaitu *six* dan *sigma*. *Six* berarti angka 6 (enam). Sedangkan *sigma* merupakan huruf ke-18 dari abjad Yunani dan merupakan simbol dari deviasi (penyimpangan) standar yang dilambangkan dengan σ . Oleh karena itu, *six sigma* sering dituliskan dalam simbol 6σ . Definisi dari *six sigma* adalah tujuan yang hampir sempurna dalam memenuhi persyaratan pelanggan. Pada dasarnya, definisi tersebut akurat karena istilah “*Six sigma*” merujuk kepada target kinerja operasi yang diukur secara statistik dengan hanya 3,4 cacat untuk setiap juta aktivitas (Pande, 2003).

2.3.1 Sejarah Six Sigma

Sekitar tahun 1980 dan awal 1990, Motorola merupakan salah satu perusahaan Amerika Serikat yang bersaing ketat dengan perusahaan Jepang. Pemimpin puncak Motorola, Robert Galvin, menyadari bahwa kualitas produk mereka rendah. Sejak saat itu para pakar di Motorola, mulai memikirkan cara untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih tinggi tetapi dengan biaya yang rendah. Pada tahun 1987, ada pendekatan baru yang muncul dari bagian komunikasi Motorola. Konsep inovatif ini dinamakan *six sigma*, yaitu suatu inisiatif yang pada awalnya berfokus pada perbaikan kualitas melalui pemakaian ukuran-ukuran yang eksak (*exact measurement*) untuk mengantisipasi masalah, bukan untuk bereaksi terhadap masalah. Dengan kata lain, *six sigma* mengharuskan perusahaan menjadi produktif bukan hanya reaktif terhadap masalah kualitas.

Puncak dari awal kesuksesan Motorola adalah dengan keluarnya produk *Pager* yang dibuat dengan menerapkan *six sigma*. Produk ini memiliki waktu yang sangat singkat, sangat handal dan mempunyai rata-rata umur pakai yang diperkirakan sampai dengan 150 tahun. Selain itu, karena prosesnya sudah didesain untuk memproduksi hampir tanpa cacat, Setelah empat tahun menerapkan *six sigma*, penghematan yang diterima perusahaan mencapai \$2,2 juta. Pada tahun 1992, rata-rata proses yang ada di Motorola sudah mencapai tingkat enam *sigma* (Pande, 2003).

2.3.2 Pengendalian Kualitas Six Sigma Motorola

Six Sigma Motorola merupakan suatu metode untuk teknik pengendalian dan peningkatan kualitas secara dramatis, yang diterapkan oleh perusahaan Motorola sejak tahun 1986, yang merupakan terobosan baru dalam bidang manajemen kualitas. Sistem tersebut dianggap tidak mampu melakukan peningkatan kualitas secara *dramatic* menuju tingkat kegagalan nol (*zero defect*). Banyak sistem manajemen kualitas lain hanya menekankan pada upaya peningkatan terus-menerus berdasarkan kesadaran mandiri dari manajemen. Upaya tersebut tanpa memberikan solusi yang ampuh dalam hal terobosan-terobosan yang harus dilakukan untuk meningkatkan kualitas secara *dramatic* menuju tingkat kegagalan nol. Prinsip-prinsip pengendalian dan peningkatan kualitas *Six Sigma* Motorola mampu menjawab tantangan ini. Perusahaan Motorola selama kurang lebih 10 tahun setelah implementasi konsep *Six Sigma* terbukti telah mampu mencapai tingkat kualitas 3,4 DPMO (*defect per million opportunities*—kegagalan per sejuta kemungkinan) (Pyzdek, 2002).

Setelah Motorola memenangi penghargaan MBNQA (*Malcolm Baldrige National Quality Award*) pada tahun 1988, sejak saat itu program *Six Sigma* yang diterapkan Motorola menjadi sangat terkenal di Amerika Serikat. Banyak perusahaan-perusahaan kelas dunia, seperti: General Electric, Allied Signal, Dupont Chemical, Kodak, Texas Instruments, dan lain-lain, mulai melakukan revolusi dalam sistem manajemen kualitas mereka mengikuti prinsip-prinsip *Six Sigma*. Kelompok perusahaan Astra (*Astra Group*) yang di Indonesia sangat terkenal merupakan perusahaan dengan manajemen terbaik, serta telah memiliki program “*Astra Total*

Quality Control ", Texmaco, dan lainnya juga mulai menerapkan metode pengendalian dan peningkatan kualitas *Six Sigma*.

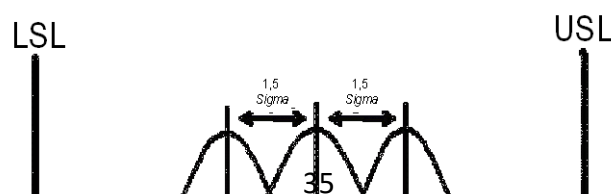
Pada dasarnya pelanggan akan puas apabila mereka menerima nilai sebagaimana yang mereka harapkan. Apabila produk (barang dan/atau jasa) diproses pada tingkat kualitas *Six Sigma*, perusahaan dapat mengharapkan 3,4 kegagalan per sejuta kesempatan (DPMO) atau mengharapkan bahwa 99,99966 persen dari apa yang diharapkan pelanggan akan ada pada produk itu. Semakin tinggi target *Sigma* yang dicapai, kinerja sistem industri akan semakin baik. *Six Sigma* juga bisa dianggap sebagai strategi terobosan yang memungkinkan perusahaan melakukan peningkatan luar biasa (*dramatic*) di tingkat bawah. Pendekatan pengendalian proses 6-*Sigma* Motorola (*Motorola's Six Sigma process control*) mengizinkan adanya pergeseran nilai rata-rata (*mean*) setiap CTQ individual dari proses industri terhadap nilai spesifikasi target (T) sebesar 1,5-*Sigma*. Perbedaan ini dapat ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan True *Six Sigma* dengan Motorola *Six Sigma*

True Six Sigma process (Normal Distribution Centered)			Motorola's Six Sigma process (Normal Distribution Shifted 1,5 Sigma)		
Batas spesifikasi (LSL-USL)	Presentation Yang Memenuhi Spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/Sejuta Kesempatan)	Batas spesifikasi (LSL-USL)	Presentation Yang Memenuhi Spesifikasi (LSL-USL)	DPMO (kegagalan/Sejuta Kesempatan)
$\pm 1 \text{ Sigma}$	68,27%	317.300	$\pm 1 \text{ Sigma}$	30,8538%	691.462
$\pm 2 \text{ Sigma}$	95,45%	45.500	$\pm 2 \text{ Sigma}$	69,1462%	308.538
$\pm 3 \text{ Sigma}$	99,73%	2.700	$\pm 3 \text{ Sigma}$	93,3193%	66.807
$\pm 4 \text{ Sigma}$	99,9937%	63	$\pm 4 \text{ Sigma}$	93,3790%	6.210
$\pm 5 \text{ Sigma}$	99,999943%	0,57	$\pm 5 \text{ Sigma}$	99,9767%	233
$\pm 6 \text{ Sigma}$	99,9999998%	0,002	$\pm 6 \text{ Sigma}$	99,99966%	3.4

(Sumber: Gaspersz, 2002)

Nilai pergeseran 1,5 *Sigma* ini diperoleh dari hasil penelitian Motorola atas proses dan sistem industri, dimana menurut hasil penelitian bahwa sebaik-baiknya suatu proses industri tidak akan 100% berada pada satu titik nilai target, tetapi akan



ada pergeseran sebesar rata-rata 1,5 *Sigma* dari nilai tersebut. Gambar konsep *Six Sigma* dengan pergeseran distribusi normal 1,5 *Sigma* pada Gambar 2.3.

Gambar 2.3 Konsep *Six Sigma*

(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.3.3 Dasar Statistik *Six Sigma*

Hasil dari perspektif pengukuran *Six sigma* mewakili tingkatan kualitas dimana kesalahan paling banyak berjumlah 3,4 cacat per satu juta kemungkinan. Jika perusahaan sudah mencapai level 6 *sigma* berarti dalam proses tersebut mempunyai peluang untuk cacat atau melakukan kesalahan sebanyak 3,4 kali dari 1.000.000 kemungkinan. Sekumpulan data yang sangat besar atau dapat dikatakan sebagai populasi, rata-ratanya dikenal dengan μ (*mu*) dan standar deviasinya dikenal sebagai σ (*sigma*). Area yang berada diluar batas kendali dinamakan dengan persentasi yang menggambarkan kecacatan yang sering dikaitkan dengan DPMO (*defect per million opportunities*). Nilai dari DPMO ini juga berkaitan dengan kapabilitas proses yang sering kali digunakan untuk menggambarkan kondisi dari proses apakah sudah mampu memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan. Pada tabel 2.2 akan digambarkan hubungan spesifikasi, DPMO dan kapabilitas proses.

Tabel 2.2 Hubungan Kuantitatif antar *Sigma*, DPMO dan Cp

<i>Spec. limit</i>	<i>Percent %</i>	<i>DPMO (defect per million opportunities)</i>	<i>Cp</i>
± 1 sigma	30,23	697700	0,33
± 2 sigma	69,13	308700	0,67
± 3 sigma	93,32	66810	1,00

± 4 sigma	99,3790	6210	1,33
± 5 sigma	99,97670	233	1,67
± 6 sigma	99,999660	3,4	2,00

(sumber: Gaspersz, 2002)

2.3.4 Istilah-istilah dalam Six Sigma

Beberapa istilah yang sering digunakan dalam konsep *six sigma* antara lain :

1. *Black Belt*

Black Belt merupakan pimpinan tim (*team leader*) yang bertanggung jawab untuk pengukuran, analisis, peningkatan dan pengendalian proses-proses kunci yang mempengaruhi kepuasan pelanggan dan/ atau pertumbuhan produktifitas.

2. *Green Belt*

Green belt serupa dengan *black belt*, kecuali posisinya tidak penuh waktu (*not full-time position*).

3. *Master Black Belt*

Master black belt merupakan guru yang melatih *black belt*, sekaligus menjadi mentor dan/atau konsultan proyek *Six Sigma* yang sedang ditangani oleh *black belt*.

4. *Champion*

Champion yaitu individu yang berada pada manajemen atas (*top management*) yang memahami *Six Sigma* dan bertanggung jawab atas keberhasilan dari *Six Sigma* itu.

5. *Critical-to-Quality*

Atribut-atribut yang sangat penting untuk diperhatikan karena berkaitan langsung dengan kebutuhan dan kepuasan pelanggan. Merupakan elemen dari suatu produk, proses, atau praktek-praktek yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan,

6. *Defect*

Kegagalan untuk memberikan apa yang diinginkan oleh pelanggan.

7. *Defect per Opportunity (DPO)*

Ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *six sigma*, yaitu menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan persatu kesempatan dihitung dengan formula : $DPO = \frac{\text{banyaknya cacat atau kegagalan yang ditemukan}}{\text{hasil perkalian antara banyaknya unit yang diperiksa dengan banyaknya CTQ potensial yang menyebabkan cacat atau kegagalan itu}}$.

8. *Defect per Million Opportunities (DPMO)*

Ukuran kegagalan yang dihitung dalam program peningkatan kualitas *six sigma*, yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per sejuta kesempatan.

9. *Process Capability*

Kemampuan proses untuk memproduksi atau menghasilkan output sesuai dengan ekspektasi dan kebutuhan pelanggan. *Process Capability* merupakan suatu ukuran kinerja kritis yang menunjukkan proses mampu menghasilkan sesuai dengan spesifikasi produk yang ditetapkan oleh manajemen berdasarkan kebutuhan dan ekspektasi pelanggan.

10. *Variation*

Merupakan hal-hal yang pelanggan lihat dan rasakan dalam proses transaksi antara pemasok dan pelanggan itu. Semakin kecil variasi semakin akan disukai karena menunjukkan konsistensi dalam kualitas. Variasi mengukur suatu perubahan dalam proses atau praktek-praktek bisnis yang mungkin mempengaruhi hasil bisnis yang diharapkan.

11. *Tabel Operation*

Jaminan konsistensi, proses-proses yang dapat diperkirakan dan dikendalikan guna meningkatkan apa yang pelanggan lihat dan apa yang pelanggan rasakan. Meningkatkan ekspektasi kebutuhan pelanggan.

12. *Design For Six Sigma*

Suatu *design* yang memenuhi kebutuhan pelanggan dan kemampuan proses (*process capability*). DFSS merupakan suatu metodologi sistematis yang menggunakan peralatan.

13. *Define, Measure, Analyze, Improve and Control (DMAIC)*

Merupakan proses untuk peningkatan terus menerus menuju target *Six Sigma*. DMAIC dilakukan secara sistematis berdasarkan ilmu pengetahuan dan fakta. (*systematic, scientific, and fact based*). Proses loop ini (DMAIC) menghilangkan langkah-langkah proses yang tidak produktif berfokus pada pengukuran-pengukuran baru, dan menerapkan teknologi untuk peningkatan kualitas menuju target *six sigma*.

2.3.5 Kelebihan dan Manfaat *Six Sigma*

Kelebihan-kelebihan *Six sigma* dibanding metode yang lain antara lain (Pande, 2000):

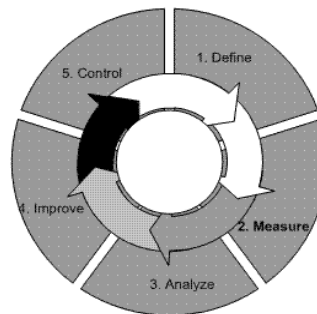
1. *Six sigma* jauh lebih rinci dari pada metode analisis berdasarkan statistik. *Six sigma* dapat diterapkan pada bidang apa saja mulai dari perencanaan strategi sampai operasional hingga pelayanan pelanggan dan maksimal motivasi atas usaha.
2. *Six sigma* sangat berpotensi diterapkan pada bidang jasa atau non-manufaktur disamping lingkungan teknis, misalnya seperti bidang manajemen, keuangan, pelayanan pelanggan, pemasaran, logistik, teknologi informasi, dan sebagainya.
3. Dengan *Six sigma* dapat dipahami sistem dan variabel mana yang dapat dimonitor dan direspon balik dengan cepat.
4. *Six sigma* sifatnya tidak statis, bila kebutuhan pelanggan berubah, kinerja *sigma* akan berubah.

Ada beberapa manfaat penerapan *Six sigma* dalam suatu perusahaan berdasarkan dari perusahaan yang sudah menerapkan *Six sigma*, yakni:

1. Menghasilkan sukses berkelanjutan.
2. Mengatur tujuan kinerja bagi setiap orang.
3. Memperkuat nilai kepada pelanggan.
4. Mempercepat tingkat perbaikan.
5. Melakukan perubahan strategi.

2.4 Metode DMAIC

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



Gambar 2.4. Siklus DMAIC

Sumber : Pande, 2003

Di sisi lain, ada alasan organisasional dan alasan yang masuk akal mengapa perusahaan dapat mempertimbangkan untuk mengadopsi sebuah model perbaikan baru sebagai bagian dari usaha *Six Sigma*. Jika perusahaan tidak memiliki proses pemecahan masalah, maka DMAIC menawarkan keuntungan dibandingkan yang lainnya. Keuntungan potensial dari DMAIC (Pande, dkk, 2002) antara lain :

1. Membuat awal yang baik

Jika model perbaikan berkelanjutan yang sudah dirasakan sebagai bagian dan inisiatif kualitas yang gagal dan tidak dipercaya atau model tersebut jarang digunakan. Oleh karena itu, DMAIC dapat membantu perusahaan untuk meletakkan *Six Sigma* sebagai suatu pendekatan yang sungguh-sungguh berbeda dan lebih baik bagi perbaikan bisnis.

2. Memberikan sebuah konteks yang baru terhadap alat-alat yang *familiar*

Memperkenalkan suatu model yang baru dan lebih baik, merupakan dasar pemikiran yang positif untuk memberikan peluang yang segar bagi banyak orang untuk mempelajari dan mempraktikkan alat-alat *familiar*.

3. Menciptakan sebuah pendekatan yang konsisten

Efek terakhir dari gelombang pelatihan kualitas yang menyerang banyak perusahaan dari tahun 1970-an sampai 1990-an adalah eksistensi model-model perbaikan yang berbeda di dalam perusahaan. Tapi usaha-usaha lintas fungsional adalah untuk bekerja pada ujung ke ujung dari sebuah proses, maka metode dan kosa kata yang sudah umum merupakan hal yang penting. Jadi, keputusan untuk mengambil satu model dan tetap pada model tersebut dapat menjadi cara yang penting bagi bisnis perusahaan untuk melangkah kedalam kekuatan *Six Sigma*.

4. Memprioritaskan pelanggan dan pengukuran

Keuntungan potensial lain dari DMAIC adalah penekanannya pada dua komponen kritis sistem *Six Sigma*. Pengukuran ditekankan secara khusus dalam peta perjalanan perbaikan lainnya, tapi dalam proses DMAIC, pengukuran disajikan lebih sebagai usaha fundamental dan terus-menerus ketimbang sebagai tugas.

5. Menawarkan jalur perbaikan proses dan juga perancangan ulang proses untuk perbaikan.

DMAIC dapat membantu perusahaan dalam membuat pilihan tersebut dan untuk mengadaptasikan model ini kepada kedua pendekatan tersebut.

2.4.1 Tahap *Define*

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

1. Pemilihan Proyek *Six Sigma*

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

2. Pemetaan Proses (*Process Mapping*)

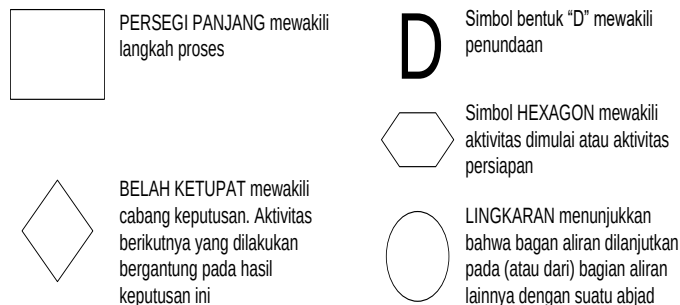
Sebagaimana perusahaan memiliki grafik organisasi, mereka dapat memiliki peta proses yang member gambaran bagaimana aliran pekerjaan melalui perusahaan. Peta proses menciptakan lambang untuk membantu orang membahas perbaikan proses. Peta proses merupakan gambaran grafik dari suatu proses, menunjukkan urutan tugas menggunakan versi yang dimodifikasi dari symbol bagan aliran (*flow chart*) standar (Pyzdek, 2002). Peta proses pekerjaan serupa dengan peta jalan, didalamnya ada banyak alternatif rute untuk mencapai tujuan. Menurut Galloway (1994) yang dikutip dari Pyzdek (2002), dengan menciptakan peta proses berbagai alternative ditunjukkan dan perencanaan yang efektif dipermudah. Langkah yang diliputi adalah sebagai berikut :

- a. Memilih satu proses yang akan dipetakan
- b. Mendefinisikan proses
- c. Memetakan proses utama
- d. Memetakan jalur alternative
- e. Memetakan titik pemeriksaan
- f. Menggunakan peta untuk meningkatkan proses

Proses pemetaan adalah alat penting *Six Sigma*, hal ini memungkinkan untuk mendapatkan sekilas visual dari proses bisnis dan bagaimana saat beroperasi lebih baik dengan memetakan solusi potensial. Menggunakan proses pemetaan bersama dengan *Six Sigma* dapat membuktikan menjadi menguntungkan dalam menentukan siapa, apa, dimana, kapan, mengapa dan bagaimana masalah dan solusi yang terbaik berdasarkan informasi yang tersedia.

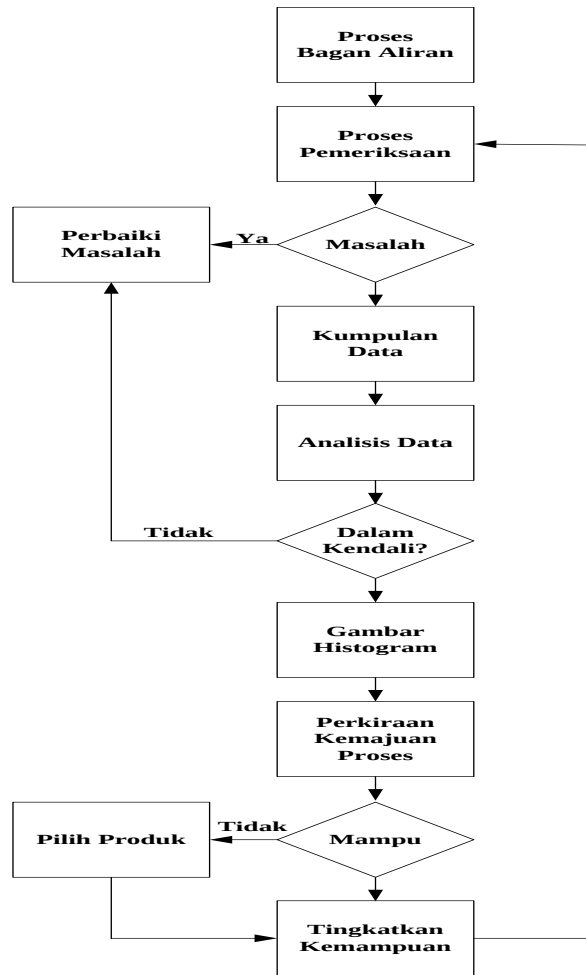
a. Diagram Aliran Proses Produksi

Diagram aliran proses adalah suatu peta yang akan menggambarkan semua aktivitas baik produktif maupun tidak produktif yang terlibat dalam proses pelaksanaan kerja. Tujuan pokok dalam pembuatan *flow diagram* adalah untuk mengevaluasi langkah-langkah proses produksi. Diagram aliran proses atau bagan aliran digambarkan dengan simbol-simbol yang telah distandarisasi oleh berbagai standar ANSI (*American Nasional Standards Institute*). Beberapa simbol yang sering digunakan diperlihatkan pada Gambar 2.5.



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

Bagan aliran menunjukkan pandangan tingkat tinggi dari analisis kemampuan proses. Bagan aliran dapat dibuat baik lebih rumit atau kurang rumit. Sebagai suatu aturan, yang menafsirkan Alberth Einstein, “Bagan aliran harus sesederhana mungkin, tetapi bukan yang sederhana.” Maksud dari bagan aliran adalah untuk membantu orang mengerti proses dan ini tidak dicapai dengan bagan aliran yang baik terlalu sederhana atau terlalu rumit. Bagan Alir dari Analisis Kemampuan Proses dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Bagan Alir dari Analisis Kemampuan Proses
(Sumber :Pyzdek, 2002)

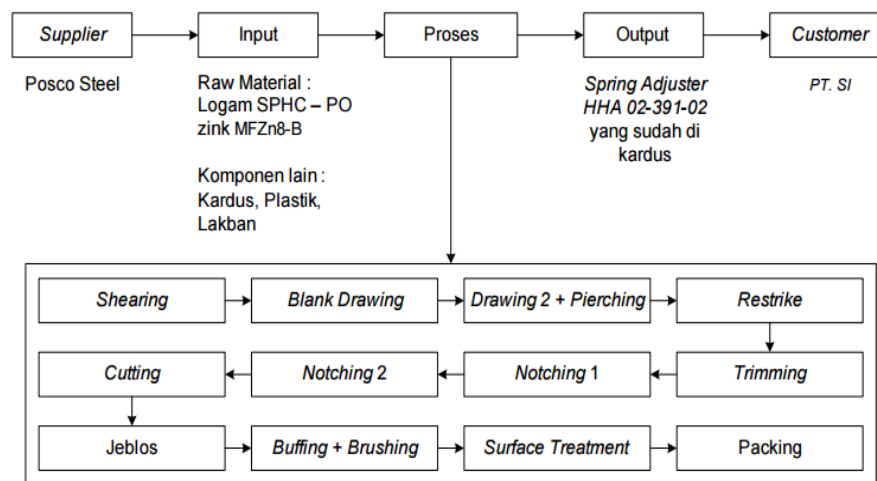
3. Diagram SIPOC

Setiap proyek *Six Sigma* yang dipilih, harus didefinisikan proses-proses kunci, proses beserta interaksinya, serta pelanggan yang terlibat dalam setiap proses itu. Pelanggan disini dapat menjadi pelanggan internal, ataupun eksternal. Peta SIPOC memberikan garis besar elemen-elemen penting di dalam suatu proses serta membantu menjelaskan siapa pelaku utama proses tersebut, bagaimana cara mendapatkan input, siapa yang dilayani oleh proses tersebut, serta bagaimana cara proses tersebut meningkatkan nilai. SIPOC

merupakan akronim dari lima elemen utama dalam system kualitas (Gaspersz,2002), yaitu:

- Suppliers*, 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*).
- Inputs*, merupakan segala sesuatu yang diberikan oleh pemasok kepada proses.
- Processes*, merupakan sekumpulan langkah yang mentransformasi dan secara ideal, menambah nilai kepada input.
- Outputs*, adalah produk (barang/jasa) dari suatu proses. Dapat berupa barang jadi ataupun setengah jadi.
- Customers*, adalah orang atau kelompok orang, atau sub proses yang menerima *outputs*.

Salah satu contoh dari diagram SIPOC dari proses pembuatan *Spring Adjuster* dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Diagram SIPOC

(Sumber: Jurnal Teknik Industri, Wibisono dan Suteja, 2013)

4. Analisis Diagram Pareto

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:

- 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.

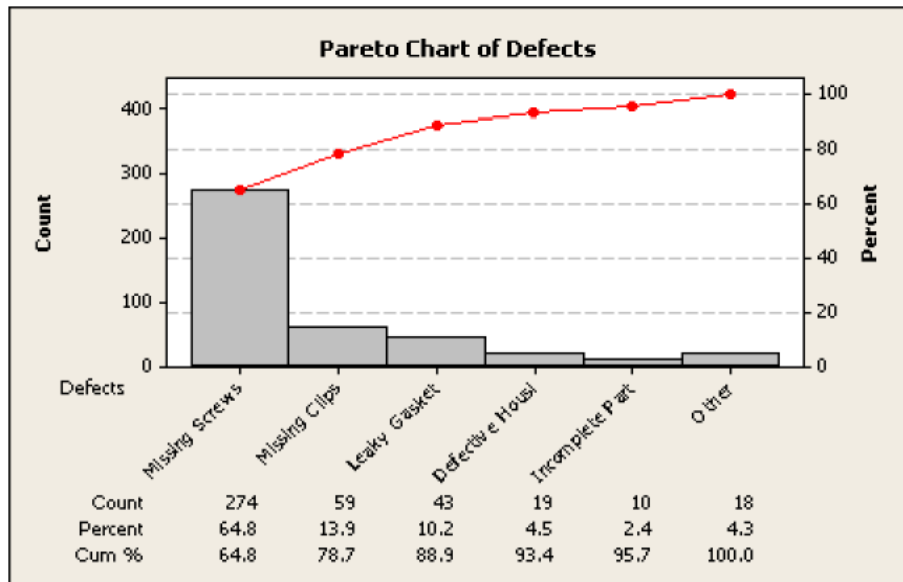
Tahapan-tahapan dalam menganalisis diagram pareto yaitu:

- a. Tentukan klasifikasi untuk grafik.
- b. Pilih suatu interval waktu untuk analisis.
- c. Tentukan kejadian total (misalnya biaya, jumlah kerusakan) untuk setiap kategori.
- d. Hitung persentase dari setiap kategori dengan membagi kategori total dengan keseluruhan dan kalikan dengan 100.
- e. Urutkan peringkat dari kejadian total terbesar sampai terkecil.
- f. Hitung persentase kumulatif dengan menambah persentase untuk setiap kategori pada beberapa kategori yang terdahulu.
- g. Buat bagan dengan sumbu vertikal kiri berskala dari 0 sampai sedikitnya 100%, dengan 100% pada sisi kanan sama tingginya dengan total keseluruhan pada sisi kiri.
- h. Beri label sumbu horizontal dengan nama kategori. Kategori paling kiri harus terbesar, kedua terbesar berikutnya, dan seterusnya.

- i. Gambar dalam batang yang mewakili jumlah setiap kategori. Tinggi batang ditentukan oleh sumbu vertikal kiri.
- j. Gambar satu garis yang menunjukkan kolom persentase kumulatif dari tabel analisis pareto. Garis persentase kumulatif ditentukan dengan sumbu vertikal kanan.

Misalkan sebuah perusahaan memproduksi speedometer. Selama inspeksi, speedometer ditolak dan jenis defect dicatat. Nama dari tiap defect dimasukkan ke dalam lembar kerja pada kolom defects dan jumlah yang sesuai dimasukkan ke dalam kolom counts. Perusahaan mengetahui bahwa dengan berfokus pada defect yang menyebabkan sebagian besar penolakan, maka mayoritas uang dapat disimpan. Diagram Pareto akan membantu mengidentifikasi jenis defect yang menyebabkan sebagian besar masalah ini. Data jumlah speedometer yang defect dapat dilihat pada *sample data* 'Exh_qc.MTW' pada *software* MINITAB. Diagram Pareto dapat dibuat secara manual dengan tahapan-tahapan di atas maupun dengan menggunakan *software*. Adapun langkah-langkah pembuatan diagram Pareto dengan *software* MINITAB 16 adalah sebagai berikut:

1. Buka *worksheet* Exh_qc.MTW pada *software* MINITAB.
2. Pilih **Stat** pada *menu bar*, lalu pilih **Quality Tools**, dan pilih **Pareto Chart**.
3. Pada kotak dialog **Defects or attribute data in** masukkan **Defects** dengan memilih (**Select**) pada kotak di sebelah kiri. Kemudian pada kotak dialog **Frequencies in** masukkan **Counts**.
4. Klik **OK** sehingga diperoleh diagram berikut :
Contoh diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Contoh Diagram Pareto
(Sumber: *Quality Control* by Minitab Inc., 2003)

4. Pernyataan Tujuan Proyek

Setiap proyek, harus menjelaskan isu, nilai-nilai dan sasaran atau tujuan dari proyek. Pernyataan proyek yang benar apabila telah mengikuti konsep SMART sebagai berikut (Gasperz, 2002):

1. *Specific*

Tujuan proyek peningkatan kualitas harus bersifat spesifik yang dinyatakan secara tegas. Tim peningkatan kualitas harus menghindari pernyataan-pernyataan tujuan yang bersifat umum dan tidak spesifik.

2. *Measurable*

Tujuan proyek peningkatan kualitas harus dapat diukur menggunakan indikator pengukuran yang tepat guna mengevaluasi keberhasilan, peninjauan ulang dan tindakan perbaikan di waktu mendatang.

3. *Achievable*

Tujuan program peningkatan kualitas harus dapat dicapai melalui usaha-usaha yang menantang.

4. *Result-oriented*

Tujuan program peningkatan kualitas harus berfokus pada hasil-hasil berupa pencapaian target-target kualitas yang ditetapkan, yang ditunjukkan melalui penurunan DPMO (*Defect Per Million Opportunities*), peningkatan kapabilitas proses dan lain-lain.

5. *Time-bound*

Tujuan program peningkatan kualitas harus menetapkan batas waktu pencapaian tujuan itu dan harus dicapai secara tepat waktu.

2.4.2 Tahap *Measure*

Measure (pengukuran) merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas. Hal-hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap pengukuran adalah pemahaman kinerja proses yang dipilih untuk diperbaiki pada saat ini, serta pengumpulan semua data yang dibutuhkan untuk analisis. Tahap ini juga melibatkan penilaian sistem pengukuran untuk menjaga validitas pengukuran serta untuk mengevaluasi kapabilitas proses yang diteliti. Pengumpulan data hanya dapat dimulai setelah karakter-karakter CTQ teridentifikasi dan terseleksi dengan jelas, standar kinerja terdefiniskan, sistem pengukuran dan perangkat yang berkaitan disetujui, dan semua orang berkomitmen terhadap rencana yang telah dicanangkan.

1. *VOC (Voice of customer)*

“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 (*Critical-to-Quality*) dalam proyek.

2. Penentuan Karakteristik Kualitas (CTQ)

Karakteristik kualitas (*Critical To Quality* = CTQ) sebaiknya ditetapkan berdasarkan dengan spesifikasi pelanggan. Pemahaman akan CTQ pelanggan akan membantu kita untuk menyeleksi proyek-proyek *Six Sigma* yang terpenting. Identifikasi CTQ membutuhkan pemahaman akan keinginan pelanggan karena bagaimana pun pelangganlah yang berperan penting terhadap pencitraan kualitas perusahaan. Sebelum melakukan pengukuran terhadap setiap karakteristik kunci (CTQ), maka kita perlu mengevaluasi sistem pengukuran yang ada agar menjamin efektivitas sepanjang waktu. Organisasi kelas dunia yang menerapkan *Six Sigma* biasanya menggunakan karakteristik untuk mengevaluasi sistem pengukuran kinerja mereka.

a. Lembar Pemeriksaan (*Check Sheet*)

Lembar pemeriksaan mengintegrasikan analisis data dengan upaya pengumpulan data. Menurut Evans (2007), lembar pemeriksaan (*check sheet*) adalah sejenis formulir pengumpulan data khusus yang hasilnya dapat diinterpretasikan pada formulir tersebut secara langsung tanpa membutuhkan pemrosesan lebih lanjut. Lembar pemeriksaan menggunakan formulir berbentuk kolom atau tabel untuk merekam data. Contoh *check sheet* dapat dilihat pada Gambar 2.9.

Lembar Pemeriksaan

Produk

Tahap Manufaktur : Pemeriksaan Akhir

Jenis Cacat : Goresan, tidak selesai, kecelakaan

Nama Pemeriksaan:

Total Jumlah Pemeriksaan : 2530

Catatan : Semua barang diperiksa

Jenis	Pemeriksaan	Subtotal
Goresan	### ## ## ## ## ## #	32
dipermukaan	### ## ## ## ///	23
Retak	### ## ## ## ## ## ## ##	48
Tidak selesai	## ///	4
Kecelakaan	///	8
Lain-lain	## #	
	Total	115
Total barang yang ditolak	### ## ## ## ## ## ## ## ### ## ## ## ## ## ## ## ## /	86

.Gambar 2.9 Lembar pemeriksaan produk cacat
(Sumber : Evans, James R & Lindsay, William M. 2007)

b. Metode *Sampling*

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

1) Jenis Sampel

Ada dua jenis sampel, yaitu *judgemental* dan *statistical*. *Sample judgemental* dipilih berdasarkan pendapat analisis dan hasil penelitiannya

akan digunakan untuk menarik kesimpulan tentang *item-item* dalam sampel, yaitu pada observasi sesungguhnya. Sampel *statistical* dipilih secara acak dari seluruh populasi dan hasil penelitiannya dapat digunakan untuk menarik kesimpulan tentang seluruh populasi. Tabel 2.3 menjelaskan perbedaan antara keduanya.

Tabel 2.3 *Sampling Judgemental Vs Statistical*

Sampel Judgmental	Sampel Statistical
Sampel dipilih berdasarkan pengetahuan dan pengalaman	Sampel dipilih secara acak
Hanya sebagian kecil dari populasi yang diikutsertakan dalam proses seleksi	Seluruh populasi diikutsertakan dalam proses seleksi
Sampel dianggap mewakili populasi	Sampel mewakili seluruh populasi

(Sumber : Syukron & Kholil, 2013)

2) Jenis Data

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

3) Jumlah Sampel

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

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

4) Teknik Pengambilan Sampel

Arikunto (1996:107) mengemukakan bahwa jika subjeknya besar, dapat diambil antara 10%-15%. Ada beberapa teknik pengambilan sampel yang umum digunakan dalam pengujian tingkat kualitas pada level *Six Sigma* antara lain (Syukron dan Kholil, 2013):

a) Sampel acak sederhana

Sampel benar-benar dipilih secara acak, yaitu setiap *item* dalam populasi memiliki kesempatan yang sama untuk diikutsertakan menjadi sampel, hal ini merupakan bentuk pengambilan sampel yang paling sederhana dan umum digunakan dalam penilaian nilai populasi.

b) Sampel acak berjenjang

Populasi dibagi menjadi lebih dari satu lapisan (*stratum*) dan setiap *item* secara acak dipilih dari masing-masing lapisan. Setiap *item* dalam populasi mempunyai kesempatan (tidak harus sama) untuk diikutsertakan menjadi sampel. Pendekatan ini biasanya digunakan untuk mengurangi ukuran sampel secara keseluruhan dalam populasi dengan tingkat varian yang besar.

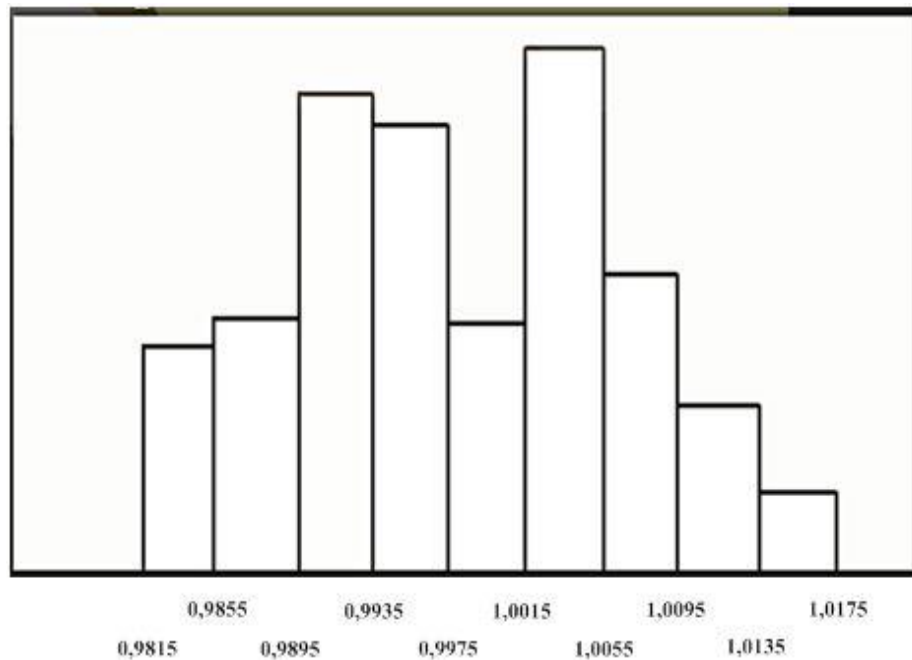
c) Sampel sistematis

Sampel dipilih berdasarkan urutan yang sebelumnya sudah ditentukan dan dipilih karena diproduksi melalui sebuah proses. *Sampling*

sistematis umumnya digunakan untuk memilih sampel dari proses manufaktur untuk kepentingan monitor dan kontrol.

3. Uji Kenormalan Data

Dalam uji kenormalan data ini menggunakan histogram. Histogram adalah perangkat statistik dasar yang secara grafis menggambarkan frekuensi atau jumlah observasi suatu nilai atau dalam kelompok tertentu. Histogram memberikan petunjuk mengenai karakteristik populasi asal dari mana sampel tersebut. Kegunaan histogram adalah untuk melihat penyebaran dari suatu populasi (kumpulan) data dan melihat data-data tersebut memenuhi standar dari batas pengendalian yang telah ditentukan. Misalkan sebuah perusahaan memproduksi *bearing* untuk sepeda motor. Selama pemeriksaan, *bearing* yang ditolak dan jenis cacat dicatat. Perusahaan mengetahui bahwa dengan berfokus pada cacat yang menyebabkan sebagian besar penolakan, maka mayoritas uang dapat disimpan. Histogram akan membantu mengidentifikasi penyebaran dari suatu kumpulan data dan melihat data-data tersebut memenuhi standar dari batas pengendalian yang telah ditentukan. Contoh histogram dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Contoh histogram
(Sumber : Pyzdek, 2002)

4. Peta Kendali

Peta kendali merupakan alat untuk memonitor suatu proses pekerjaan atau mutu barang produksi dan berbentuk suatu grafik atau peta dengan garis-garis pembatas. Peta kendali pertama diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart dari Bell Telephone Laboratories, Amerika Serikat, pada tahun 1924 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab khusus (*special causes variation*), dari variasi yang disebabkan oleh penyebab umum (*common causes variation*).

1. Variasi penyebab khusus (*special causes variation*)

Variasi penyebab khusus merupakan kejadian-kejadian di luar sistem industri yang mempengaruhi variasi dalam sistem industri itu. Penyebab khusus dapat bersumber dari faktor-faktor seperti manusia, peralatan, material, lingkungan, metode kerja, dan lain-lain. Penyebab khusus ini mengambil pola-pola non acak (*non random patterns*) sehingga dapat didefinisikan/ ditemukan, sebab mereka tidak selalu aktif dalam proses tetapi memiliki pengaruh yang lebih kuat pada proses sehingga menimbulkan variasi. Dalam konteks pengendalian proses statistik menggunakan peta kendali (*control chart*), jenis variasi ini sering ditandai dengan titik-titik pengamatan yang melewati atau keluar dari batas-batas pengendalian yang didefinisikan (Gaspersz, 2002).

2. Variasi penyebab umum (*common causes variation*)

Variasi penyebab umum merupakan faktor-faktor di dalam sistem industri atau yang melekat pada proses yang menyebabkan timbulnya variasi dalam sistem industri serta hasil-hasilnya. Penyebab umum sering disebut juga penyebab acak (*random causes*) atau penyebab sistem (*system causes*). Penyebab umum ini selalu melekat pada sistem, untuk menghilangkannya harus menelusuri elemen-elemen dalam sistem itu dan hanya pihak

manajemen industri yang dapat memperbaikinya, karena pihak manajemen industri yang mengendalikan sistem itu (Gaspersz, 2002).

Dasarnya semua proses menampilkan variasi, namun manajemen harus mampu mengendalikan proses dengan cara menghilangkan variasi penyebab khusus dari proses itu, sehingga variasi yang melekat pada proses hanya disebabkan oleh variasi penyebab umum. Peta-peta kendali merupakan alat ampuh dalam mengendalikan proses, asalkan penggunaannya dipahami dengan benar. Pada dasarnya peta-peta kendali dipergunakan untuk:

1. Menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistikal. Dengan demikian peta-peta kendali digunakan untuk mencapai suatu keadaan terkendali secara statistik, dimana semua nilai rata-rata dan *range* dari sub grup 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.

Manfaat peta kendali ini ialah untuk menganalisis sebab-sebab terjadinya penyimpangan diluar batas kendali, sehingga dapat dilakukan untuk mengambil tindakan dengan cepat.

1. Peta Kendali Variabel

Data Variabel (*variabel data*), merupakan data kuantitatif yang diukur menggunakan alat pengukuran tertentu untuk keperluan pencatatan dan analisis. Data variabel bersifat kontinyu. Jika suatu catatan dibuat berdasarkan keadaan aktual, diukur secara langsung, maka karakteristik kualitas yang diukur itu disebut sebagai variabel. Contoh dari data variabel karakteristik kualitas adalah diameter pipa, ketebalan produk kayu lapis, berat semen dalam kantong, dll. Ukuran-ukuran berat, panjang, lebar, tinggi, diameter, volume

merupakan data variabel. (Gaspersz, 2002). Peta kendali variabel biasanya digunakan untuk pengendalian proses yang didominasi oleh mesin. Berikut ini merupakan salah satu dari peta kendali variabel yaitu peta kendali $\bar{X}$ dan R.

a. Peta kendali rata-rata ($\bar{X}$ chart)

Digunakan untuk mengetahui rata-rata pengukuran antar sub grup yang diperiksa.

Rumus menghitung $\bar{X}$ dan $\bar{\bar{X}}$

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \dots\dots\dots(1)$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k} \dots\dots\dots(2)$$

b. Peta kendali rentang (R chart)

Digunakan untuk mengetahui besarnya rentang atau selisih antara nilai pengukuran yang terbesar dengan nilai pengukuran terkecil di dalam sub grup yang diperiksa.

Rumus menghitung R dan $\bar{R}$

$$R = X_{\text{maks}} - X_{\text{min}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m} \dots\dots\dots(4)$$

Adapun langkah–langkah pembuatan $\bar{X}$ dan R *chart*, sebagai berikut :

1) Menentukan jumlah sampel yang diteliti (m) dan banyaknya (n) observasi dalam karakteristik yang diamati.

2) Menghitung nilai rata-rata ($\bar{X}$) dan *range* (R) dari setiap observasi yaitu dengan menggunakan bentuk:

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

$$R = X_{\text{maks}} - X_{\text{min}}$$

3). Menghitung nilai rata-rata seluruh ($\bar{\bar{X}}$) dan *range* (R), yaitu $\bar{\bar{X}}$ yang merupakan *center line* dari peta kendali $\bar{X}$ dan $\bar{R}$ yang merupakan *center line* dari peta kendali R.

4) Menghitung batas kendali dari peta kendali $\bar{X}$:

$$UCL \bar{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \text{ dan } LCL \bar{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}$$

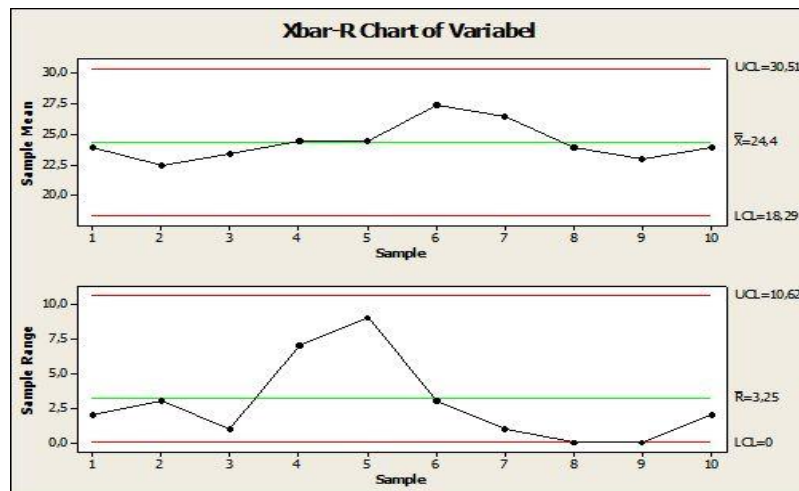
- 5) Menghitung batas kendali untuk peta kendali R :

$$UCL R = D4 \cdot \bar{R} \text{ dan } LCL R = D3 \cdot \bar{R}$$

Nilai D3 dan D4 bisa didapatkan pada Lampiran C Faktor untuk menyederhanakan *center line* dan Batas pengendali sesuai dengan banyaknya (n) pengamatan atau observasi.

- 6) Plot data $\bar{X}$ dan R pada peta kendali $\bar{X}$ dan R serta amati apakah data tersebut berada dalam batas pengendalian atau tidak.

Contoh gambar peta kendali $\bar{X}$ dan R dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Peta Kendali $\bar{X}$ dan R
(Sumber: Irwan & Haryono.D, 2015)

4. Kapabilitas Proses

Analisa kemampuan proses mendefinisikan kemampuan proses memenuhi spesifikasi atau mengukur kinerja proses (Ariani, 2004). Analisa kemampuan proses juga merupakan prosedur yang digunakan untuk memprediksi kinerja jangka panjang yang berada dalam batas pengendali proses statistik. Indeks kemampuan proses Cp mengukur seberapa dekat proses dengan batas-batas spesifikasinya. Klasifikasi nilai kemampuan proses berdasarkan indeks kemampuan proses Cp dapat dilihat pada Tabel 2.5 sebagai berikut.

Tabel 2.5 Klasifikasi kualitas produk berdasarkan Cp

Nilai Cp	Kualitas
< 1.00	Kapabilitas proses kurang baik
$1.00 \leq 1.33$	Kapabilitas proses cukup baik
≥ 1.33	Kapabilitas proses sangat baik

(Sumber : Gaspersz,2007)

Adapun untuk menghitung kemampuan proses dengan menggunakan data variable adalah:

$$CP = \frac{(USL-LSL)}{6s} \dots\dots\dots(5)$$

5. Penetapan DPMO dan Level Sigma

Dalam menghitung level *Sigma*, ada langkah-langkah yang harus dilakukan sebelum menentukan level *Sigma* tersebut. Perhitungan level sigma pada tingkat *output* dilakukan secara langsung pada produk akhir yang akan diserahkan kepada pelanggan. Berikut ini adalah langkah-langkah yang dapat digunakan dalam perhitungan level sigma untuk data variabel :

- a. Menentukan proses apa yang ingin diukur.
- b. Menentukan nilai batas spesifikasi atas (UCL).
- c. Menentukan nilai batas spesifikasi bawah (LCL).
- d. Menentukan nilai spesifikasi target (T).
- e. Menentukan nilai rata-rata ($\bar{\bar{X}}$)

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{X}}{n} \dots\dots\dots(6)$$

- f. Menentukan nilai standar deviasi (σ_0)

$$\sigma_0 = \frac{\bar{R}}{d_2} \dots\dots\dots(7)$$

- g. Menghitung kemungkinan cacat yang berada diatas nilai USL per satu juta kesempatan (DPMO)

$$DPMO\ USL = P \left[z \geq (USL - \bar{\bar{X}}) / \sigma_0 \right] \times 1.000.000 \dots\dots\dots(8)$$

- h. Menghitung kemungkinan cacat yang berada dibawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO)

$$DPMO\ LSL = P \left[z \geq (LSL - \bar{X}) / \sigma_0 \right] \times 1.000.000 \dots\dots\dots(9)$$

- i. Menghitung cacat per satu juta kesempatan (DPMO)

$$DPMO\ Total = DPMO\ USL + DPMO\ LSL \dots\dots\dots(10)$$

- j. Mengkonversikan nilai DPMO kedalam nilai sigma dengan menggunakan tabel sigma (Gaspersz, 2002).

2.4.3 Tahap *Analyze*

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

Kekurangan yang ditemui pada kebanyakan pendekatan pemecahan masalah adalah kurangnya penekanan pada analisis yang tajam. Yang amat sering terjadi adalah kita melompat langsung kepada suatu solusi tertentu tanpa sepenuhnya memahami suatu masalah serta mengidentifikasi sumbernya, atau “akar permasalahan,” dari masalah. Fase analisis dari DMAIC berfokus pada pernyataan mengapa cacat, kesalahan, atau variasi yang berlebihan terjadi. Langkah-langkah yang ditempuh dalam tahap *analyze* meliputi pembuatan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) dan *Failure Mode and Effect Analyze* (FMEA).

1. Diagram Sebab-Akibat

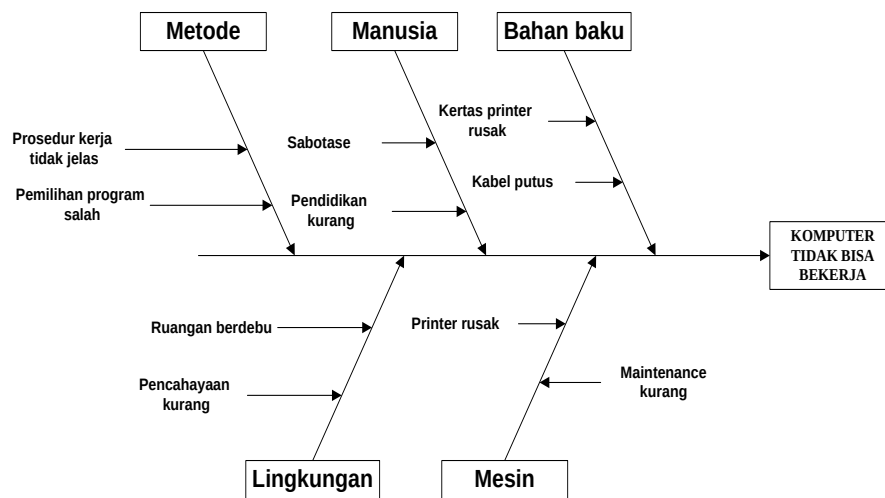
Diagram sebab akibat merupakan suatu diagram yang mewujudkan hubungan antara sebab-sebab dan akibat. Diagram sebab akibat ini juga sering disebut sebagai diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*) karena bentuknya seperti kerangka ikan. Diagram Ishikawa pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo pada tahun 1953. Diagram sebab akibat adalah suatu pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis lebih

terperinci dalam menemukan penyebab-penyebab suatu masalah, ketidaksesuaian, dan kesenjangan yang ada. Diagram ini dapat digunakan dalam situasi dimana terdapat pertemuan diskusi menggunakan *brainstorming* untuk mengidentifikasi mengapa suatu masalah terjadi, diperlukan analisis lebih terperinci terhadap suatu masalah, dan terdapat kesulitan untuk memisahkan penyebab dari akibat. (Gaspersz, 1998)

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

- Langkah 1 : 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.
- Langkah 2 : 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.
- Langkah 3 : Cari lebih lanjut faktor-faktor yang lebih terperinci yang secara nyata berpengaruh atau mempunyai akibat dari faktor-faktor penyebab utama tersebut.
- Langkah 4 : CHECK. Apakah semua item yang berkaitan dengan karakteristik kualitas *output* benar-benar sudah kita cantumkan dalam diagram.
- Langkah 5 : Carilah faktor-faktor penyebab yang paling dominan! Dari diagram yang sudah lengkap, dibuat pada langkah 3 dicari faktor-faktor penyebab yang dominan secara berurutan dengan menggunakan diagram pareto.

Berdasarkan langkah-langkah di atas berikut ini contoh gambar diagram tulang ikan yang dapat dilihat pada Gambar 2.12



Gambar 2.12 Diagram Sebab Akibat
(Sumber : Wignjosoebroto, 2003)

2. Pengertian FMEA

FMEA adalah suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber-sumber dan akar penyebab dari suatu masalah kualitas. Menurut Chrysler (1995), FMEA dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Mengenali dan mengevaluasi kegagalan potensi suatu produk dan efeknya.
- Pencatatan proses (*document the process*).
- Mengidentifikasi tindakan yang bisa menghilangkan atau mengurangi kesempatan dari kegagalan potensi terjadi.

Kegunaan FMEA adalah sebagai berikut:

- Pemakaian proses baru.
- Ketika diperlukan tindakan pencegahan sebelum masalah terjadi.
- Ketika ingin mengetahui / mendata alat deteksi yang akan terjadi kegagalan.

Manfaat FMEA adalah sebagai berikut:

- Hemat biaya, karena sistematis maka penyelesaiannya tertuju pada potensial causes (penyebab yang potensial) sebuah kegagalan / kesalahan.
- Hemat waktu, karena lebih tepat pada proses produksi yang sedang berjalan.

Tujuan FMEA adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengidentifikasi karakteristik kritis dan tingkat karakteristik signifikan.
- b. Untuk mengurutkan pesanan desain potensial dan defisiensi proses.
- c. Untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan tingkat keparahan efeknya.
- d. Untuk membantu *focus engineer* dalam mengurangi perhatian terhadap produk dan proses, dan membantu mencegahnya timbul permasalahan.

Identifikasi Elemen-elemen Proses FMEA adalah sebagai berikut:

- a. Fungsi Proses

Adalah deskripsi singkat mengenai proses pembuatan item dimana sistem akan dianalisa.

- b. Mode Kegagalan

Adalah suatu kemungkinan kecacatan terhadap setiap proses.

- c. Efek Potensial dari kegagalan

Adalah suatu efek dari bentuk kegagalan terhadap pelanggan.

- d. Tingkat Keparahan (*Severity*)

Penilaian keseriusan efek dari bentuk kegagalan produksi.

- e. Penyebab Potensial (*Potential Cause*) (s)

Adalah bagaimana kegagalan bias terjadi. Dideskripsikan sebagai suatu yang dapat diperbaiki.

- f. Keterjadian (*Occurance O*)

Adalah apa penyebab kegagalan spesifik dari suatu proyek yang terjadi.

- g. Deteksi (*Detection D*)

Adalah penilaian dari alat tersebut dapat mendeteksi penyebab potensial terjadinya suatu bentuk kegagalan.

- h. Nomor Prioritas Resiko (*Risk Priority Number (RPN)*)

Adalah angka prioritas resiko yang didapatkan dari perkalian Severity, Occurance, dan Detection.

Menentukan *Rating Occurance*, *Severity*, *Detectability* dapat dilihat dari tabel yang menyatakan dalam skala dari 1 sampai 10, untuk *rating occurrence* dapat dilihat pada tabel 2.6, *rating severity* dapat dilihat pada Tabel 2.7 dan *rating detection* dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.6. Kriteria Penilaian *Severity*

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

Tabel 2.6. Kriteria Penilaian *Severity* Lanjutan ...

Lanjut ...

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

(Sumber: Gaspersz, 2002)

Tabel 2.7. Kriteria Penilaian *Occurance*

Ranking	Kriteria Verbal	Tingkat Kegagalan/ Kecacatan
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini menyebabkan kegagalan	1 dalam 1.000.000

2 3	Kegagalan akan jarang terjadi	1 dalam 20.000 1 dalam 4000
4 5 6	Kegagalan akan mungkin terjadi	1 dalam 1.000 1 dalam 400 1 dalam 80
7 8	Kegagalan akan sangat mungkin terjadi	1 dalam 40 1 dalam 20
9 10	Hampir dapat dipastikan kegagalan akan terjadi	1 dalam 8 1 dalam 4

(Sumber: Gaspersz, 2002)

Tabel 2.8. Kriteria Penilaian *Detection*

Ranking	Kriteria verbal	Tingkat kejadian penyebab
1	Metode pencegahan atau deteksi sangat efektif. Tidak ada kesempatan bahwa penyebab mungkin masih muncul akan terjadi.	1 dalam 1.000.000
2 3	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi adalah rendah.	1 dalam 20.000 1 dalam 4000
4 5 6	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderate. Metode pencegahan atau deteksi masih mungkin penyebab itu terjadi.	1 dalam 1.000 1 dalam 400 1 dalam 80

Lanjut ...

Tabel 2.8. Kriteria Penilaian *Detection* Lanjutan ...

Ranking	Kriteria verbal	Tingkat kejadian penyebab
7 8	Kemungkinan bahwa penyebab itu terjadi masih tinggi. Metode pencegahan atau deteksi kurang efektif. Karena penyebab masih berulang kembali.	1 dalam 40 1 dalam 20
9 10	Kemungkinan penyebab itu terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan atau deteksi tidak efektif. Penyebab akan selalu terjadi.	1 dalam 8 1 dalam 4

(Sumber: Gaspersz, 2002)

Selanjutnya adalah menghitung nilai RPN (*Risk Priority Number*) untuk mengetahui penyebab kegagalan yang mana paling dominan yang memiliki nilai RPN tertinggi dan diperbaiki. Rumus menghitung RPN sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D \dots\dots\dots(11)$$

2.4.4 Tahap *Improve*

Tahap berikutnya adalah *improve* atau perbaikan. Setelah sumber-sumber dan akar penyebab dari masalah kualitas teridentifikasi, maka perlu dilakukan penerapan rencana tindakan (*action Plan*) untuk melaksanakan peningkatan kualitas *Six Sigma*. Hasil analisis harus dikumpulkan untuk mendapatkan ide untuk menghilangkan atau memecahkan masalah serta memperbaiki kinerja pengukuran variabel sehingga memperbaiki CTQ. Langkah-langkah yang ditempuh dalam tahap *Improve* adalah memberikan usulan perbaikan dengan metode 5W+1H. Menurut Gasperz (2002), pengembangan rencana tindakan merupakan salah satu aktivitas yang penting dalam program peningkatan kualitas. Rencana tindakan itu harus dilakukan, dimana rencana itu ditetapkan atau dilakukan, siapa yang akan menjadi penanggung jawab dari rencana tindakan itu. Rencana tindakan 5W+1H dibuat dengan menggunakan tabel agar dapat mempermudah dalam pemahaman pembaca. Tabel 5W+1H dapat dilihat pada Tabel 2.9 sebagai berikut.

Tabel 2.9 Penggunaan Metode 5W+1H untuk Pengembangan Rencana Tindakan

Jenis	5W+1H	Deskripsi	Tindakan
Tujuan Utama	What (apa)?	Apa yang menjadi target utama dari perbaikan/ peningkatan kualitas?	Merumuskan target sesuai dengan kebutuhan pelanggan
Alasan Kegunaan	Why (Mengapa)?	Mengapa rencana tindakan itu diperlukan? Penjelasan tentang kegunaan dari rencana tindakan yang dilakukan	
Lokasi	Where (Di mana)?	Di mana rencana tindakan itu akan dilaksanakan? Apakah aktivitas itu harus dikerjakan di sana?	Mengubah sekuens (urutan) aktivitas atau meng-kombinasikan aktivitas-aktivitas yang dapat
Sekuens (urutan)	When (Bilamana)?	Bilamana aktivitas rencana tindakan itu akan terbaik untuk dilaksanakan? Apakah aktivitas itu dapat dikerjakan kemudian?	

Orang	Who (Siapa)?	Siapa yang akan mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah ada orang lain yang dapat mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Mengapa harus orang itu yang ditunjuk untuk mengerjakan aktivitas itu?	dilaksanakan bersama
Metode	How (Bagaimana)?	Bagaimana mengerjakan aktivitas rencana tindakan itu? Apakah metode yang digunakan sekarang, merupakan metode terbaik? Apakah ada cara lain yang lebih mudah?	Menyederhanakan aktivitas-aktivitas rencana tindakan yang ada

(Sumber: Gaspersz, 2002)

2.4.5 Tahap *Control*

Control (kendali) merupakan tahap operasional terakhir dalam proyek peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini hasil-hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan. Prosedur-prosedur didokumentasikan dan dijadikan pedoman kerja standar, serta tanggung jawab ditransfer dari tim *Six Sigma* kepada pemilik atau penanggung jawab proses, yang berarti proyek *Six Sigma* berhenti pada tahap ini. Langkah-langkah yang ditempuh dalam tahap *Control* adalah membandingkan dan penetapan Dpmo, level *sigma* setelah perbaikan. Pada tahap ini juga digunakan peta kendali kualitas untuk membandingkan sebelum dan setelah dilakukan implementasi pada perusahaan.

2.5 Definisi Pipa

Pipa (*pipe*) ditemukan saat manusia dulu kesulitan membawa air dari sumber air ke rumah atau pemukiman mereka. Dengan adanya pipa maka pekerjaan membawa air menjadi lebih mudah. Pipa pertama terbuat dari bambu. Pada peradaban Mesir dan Aztec, pipa terbuat dari lempung yang dibakar. Pipa logam pertama dibuat pada masa Yunani dan Romawi dengan membuatnya dari timbal dan bronze (perunggu, Cu-Sn). Pipa besi dibuat setelah adanya penemuan serbuk senjata (*gun powder*) karena serbuk senjata memerlukan pipa besi yang lebih kuat untuk dilewati

peluru. Sejak saat itu berbagai produk pipa dari logam berkembang pesat dan menjadi produk khusus saat ini.

Pipa adalah istilah untuk benda silinder yang berlubang dan digunakan untuk memindahkan zat hasil pemrosesan seperti cairan, gas, uap, zat padat yang dicairkan maupun serbuk halus. Pipa terbuat dari beberapa *material* (bahan baku). *Material* yang digunakan sebagai pipa sangat banyak diantaranya adalah beton cor, gelas, timbal, kuningan (*brass*), tembaga, plastik, aluminium, besi tuang, baja karbon, dan baja paduan. Adapun *material* yang digunakan dalam proses pembuatan pipa API (*American Petroleum Institute*) adalah baja karbon.

2.5.1. Jenis-jenis Pipa

Pada Perusahaan pembuat pipa saat ini memproduksi pipa dengan jenis yang bermacam-macam. Masing-masing jenis pipa mempunyai karakteristik yang berbeda pula. Berikut ini adalah beberapa jenis kaca PT Bakrie Pipe Industries, yaitu :

1. Pipa Non Oil dan Gas

Pipa ini terbuat dari baja di gunakan khusus untuk mengalirkan air, limbah, dan yang berupa bahan kimia. Pipa ini juga biasanya dapat digunakan sebagai tiang listrik. Jenis pipa yang termasuk non oil dan gas ini seperti ASTM dan SNI.

2. Pipa Oil dan Gas

Material untuk membuat pipa oil dan gas sama seperti pipa non oil dan gas yaitu terbuat dari baja, hanya ada perbedaan pada penggunaannya. Pipa ini digunakan khusus untuk mengalirkan minyak dan gas, biasanya pipa ini banyak digunakan pada perusahaan perminyakan. Dalam pembuatannya juga pipa ini sangat dibutuhkan pengecekan dan ketelitian yang lebih, beda dengan pipa non oil dan gas. Jenis pipa ini adalah API (*American Petroleum Institute*).

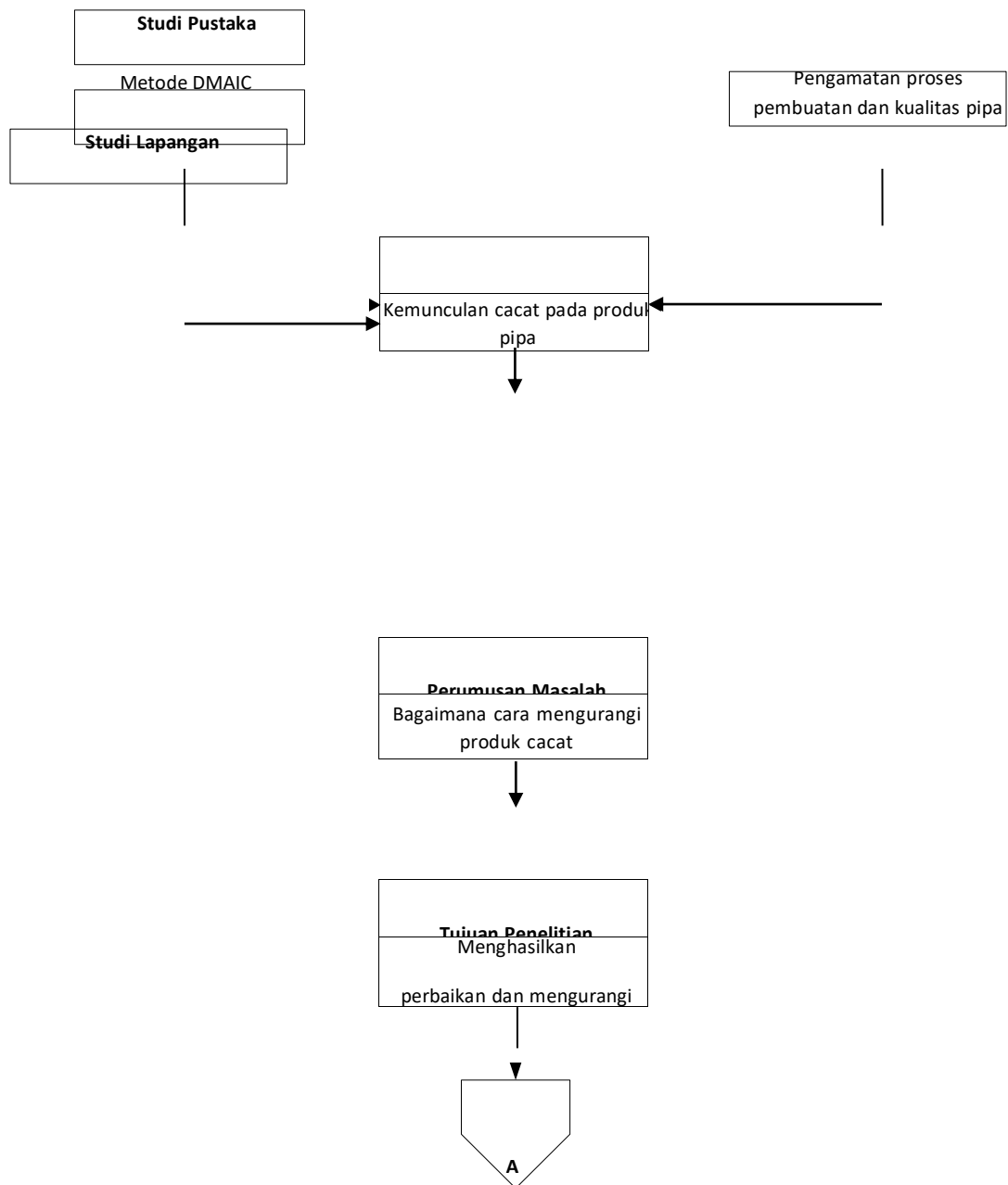
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan metodologi penelitian yakni garis besar tahapan penelitian yang harus diterapkan terlebih dahulu sebelum melakukan pemecahan masalah, bertujuan untuk mengumpulkan data untuk memecahkan suatu masalah. Dalam metodologi penelitian ini dijelaskan langkah-langkah pelaksanaan penelitian mulai dari tahap awal yaitu, sumber data sampai tahap akhir kesimpulan dan saran. Adapun langkah-langkah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

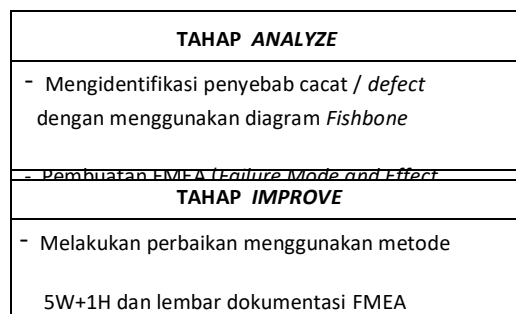
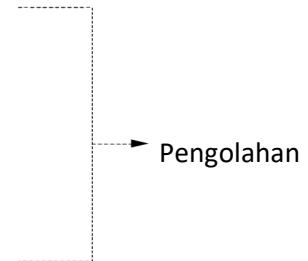
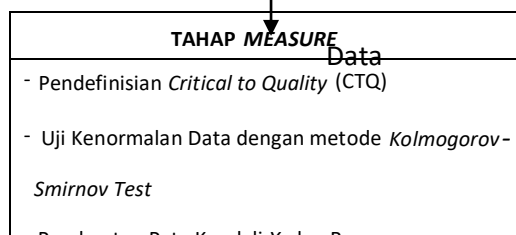
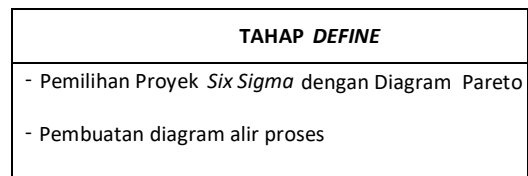
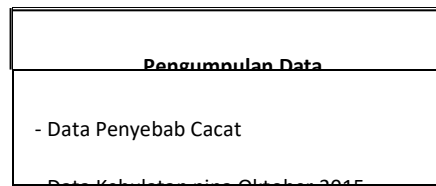
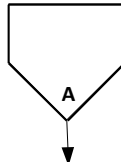
3.1 Metodologi Penelitian

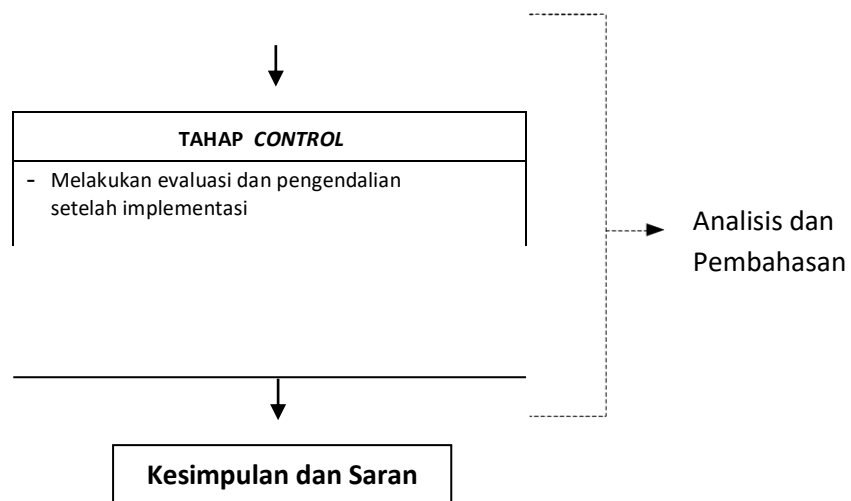
Metodologi penelitian menggambarkan langkah-langkah dalam pemecahan masalah. Kerangka pemecahan masalah dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah

(Sumber: Hasil Pengolahan data)





Gambar 3.1 Kerangka Pemecahan Masalah (Lanjutan)

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Tahapan yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir untuk melakukan pemecahan yang dihadapi, sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Pada tahap ini dilakukan telaah literatur atau sumber pustaka yang berkaitan dengan metode penelitian yang dilakukan dan berhubungan dengan topik penelitian. Selain itu juga berguna sebagai teori pendukung dalam pemecahan masalah.

2. Studi 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 *supervisor* dan bagian kualitas mengenai keadaan dan masalah pada proses pembuatan pipa dengan kebulatan 325 mm pada *plant* KT-24.

3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui apa permasalahan yang sedang dihadapi oleh perusahaan, dimana masalah yang sedang dihadapi adalah timbulnya *defect* pada produk pipa dengan kebulatan 325 mm pada *plant* KT-24.

4. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dilakukan untuk merumuskan masalah apa saja yang ada pada penelitian ini. Sehingga dapat memudahkan dalam penetapan tujuan penelitian.

5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini merupakan tujuan akhir yang akan dicapai pada penelitian yang akan dilakukan. Adapun tujuan penelitian sudah dijelaskan pada bab I.

6. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk memperoleh informasi-informasi yang berkaitan dengan obyek yang akan diteliti. Data ini dapat berupa data umum perusahaan dan data produksi. Sumber data penelitian terdiri atas sumber data sekunder dan primer. Informasi tersebut nantinya akan menjadi dasar dalam melakukan analisis dan pemecahan masalah. Sumber data penelitian terdiri atas:

a. Data Primer

Data primer merupakan sumber data yang diperoleh langsung dari sumber asli (tidak melalui media perantara). Data primer dapat berupa opini subjek (orang) secara individual atau kelompok, hasil observasi terhadap suatu benda (fisik), kejadian atau kegiatan, dan hasil pengujian. Metode yang digunakan untuk mendapatkan data primer yaitu pengamatan, *survey* serta melakukan tanya jawab atau wawancara kepada pihak-pihak yang berhubungan dengan data yang dibutuhkan.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara (diperoleh dan dicatat oleh pihak lain). Data sekunder umumnya berupa bukti, catatan atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip (data dokumenter) perusahaan yang dipublikasikan dan yang tidak dipublikasikan. Yang termasuk data sekunder pada penelitian ini adalah profil perusahaan, struktur organisasi, ketenagakerjaan, jenis produk, sistem produksi, data cacat variabel produk.

7. Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data ini dimulai dengan tahap *Six Sigma* yang pertama yaitu proses *Define*, kemudian dilanjutkan tahap *Measure*.

a. Tahap *Define*

Melakukan pendefinisian secara jelas yang merupakan 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 *forming* pipa kebulatan 325 mm.

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

3) 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.

b. *Measure*

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

1) *Critical To Quality* (CTQ)

Setelah proyek *Six Sigma* didefinisikan, kita akan mencari tahu karakteristik kunci dari produk tersebut adapun yang menjadi karakteristik kunci untuk kualitas hasil proses pembuatan pipa API spec 5L adalah semua jenis cacat yang mungkin terjadi pada proses pembuatan pipa API spec 5L.

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 x karena data cacat dapat diukur menggunakan satuan tertentu.

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.

8. Analisis Masalah dan Pembahasan

Analisis yang dilakukan yaitu menganalisis *level sigma* perusahaan sebelum implementasi dan sesudah implementasi, *critical to quality*, dan kapabilitas proses. Analisis masalah dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data yang sudah dilakukan untuk memberikan gambaran yang jelas terhadap penyebab terjadinya kecacatan dan akibat yang ditimbulkannya. Setelah melakukan analisis terhadap masalah yang ada, maka dilakukan pencarian solusi yang tepat untuk langkah perbaikan pada pembahasan masalah. Bab ini merupakan kelanjutan dari tahapan *six sigma define* dan *measure*. Kemudian dilanjutkan tahap *analyze*, *improve*, dan *control*.

a. Analyze

Pada tahap *analyze* dilakukan penganalisaan terhadap proses *forming* pipa kebulatan 325 mm *plant* KT-24 di PT. Bakrie Pipe Industries. 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 sebab akibat 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. Dan pembuatan FMEA digunakan untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan. Pada FMEA akan mengurutkan peringkat nilai *severity*, *occurance* dan *detection*.

b. 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. Adapun 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 dan lembar dokumentasi FMEA.

c. Control

Control merupakan tahap terakhir dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini akan 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 perhitungan nilai DPMO dan *level* sigma untuk mengetahui perbandingan antara sebelum dengan sesudah perbaikan. Karena perbandingan ini bisa

menjadi indikator berhasil atau tidaknya usulan perbaikan dan implementasi dari proyek *Six Sigma* ini.

9. Kesimpulan Dan Saran

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan serta memberikan solusi pemecahan yang dapat diterapkan dari penelitian ini. Selain itu juga dapat memberikan saran-saran yang dapat dipertimbangkan bagi penelitian selanjutnya maupun bagi perusahaan demi pengembangan permasalahan lebih lanjut.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisikan uraian mengenai pengumpulan dan pengolahan data. Adapun pengumpulan dan pengolahan data sebagai berikut.

4.1 `Pengumpulan Data

Informasi yang dikumpulkan melalui wawancara dan pengamatan langsung ke lapangan. Data yang dikumpulkan berupa data umum maupun data produksi di PT Bakrie Pipe Industries. Data umum perusahaan, seperti sejarah perusahaan, struktur organisasi, *job description*, dan lain-lain. Sedangkan data produksi yang dikumpulkan meliputi data jumlah produksi, proses produksi dan produk cacat selama bulan Oktober 2015 baik jenis cacat dan jumlahnya. Data ini akan berguna untuk tahapan *Six Sigma* yaitu *Define, Measure, Analyze, Improve*, dan *Control*.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT Bakrie Pipe Industries merupakan salah satu anak usaha dari PT Bakrie & Brothers yang bergerak di bidang metal yang mempunyai *Core Competencies* pada pipa baja. Awal mula PT Bakrie didirikan pada tanggal 10 Februari 1942 dengan pendiri yaitu bapak Achmad Bakrie. Perkembangan bisnis yang dikelola oleh bapak Achmad Bakrie semakin berkembang pesat sehingga PT Bakrie ini bergerak dibanyak bidang usaha, mulai dari perdagangan, jasa, manufaktur logam, konstruksi serta banyak bidang lainnya. Pada tahun 1951 berdirilah perusahaan pipa pertama yang diberi nama PT Talang Tirta yang berlokasi di daerah Jakarta. Pada awalnya PT Talang Tirta memproduksi pipa yang berukuran 1/2 - 6 5/8 inchi dengan kapasitas 25.000 ton/tahun dengan metode ERW (*Electrical Resistance Welding*) longitudinal.

Perkembangan PT Talang Tirta berlanjut hingga pada tahun 1979 dengan didapatkannya lisensi monogram *API Spec 5L* untuk pipa longitudinal serta kapasitas produksi yang semakin besar 30.000 ton/tahun. Dengan demikian pada tahun 1981 diresmikan berdirinya PT Bakrie Pipe Industries sebagai penggantinya PT Talang

Tirta dengan produksi diameter pipa yang lebih besar yaitu 4 – 16 inci dan kapasitas total produksi mencapai 70.000 ton/tahun.

Pada tahun 1984 PT Bakrie Pipe Industries mendapatkan pengakuan dari *American Petroleum Institute* (API) untuk mendapatkan monogram *API Spec 5L* untuk spesifikasi “*line pipe*” bagi kebutuhan minyak dan gas. Berlanjut pada tahun 1992 PT Bakrie Pipe Industries mendapatkan sertifikat ISO 9002 untuk manajemen sistem kualitas, pada tahun yang sama kapasitas produksi bertambah menjadi 303.000 ton/tahun dan menggunakan 5 mesin produksi serta ukuran diameter pipa yang diproduksi mulai dari $\frac{1}{2}$ - 24 inci. Sertifikat *API Spec 5CT* diberikan kepada PT Bakrie Pipe Industries pada tahun 2000, dua tahun kemudian pada tahun 2002 PT Bakrie Pipe Industries mendapatkan kembali sertifikat ISO 9001 : 2000 untuk manajemen kualitas. Demikian pula produk pipa PT Bakrie Pipe Industries lainnya seperti, ASTM A252, ASTM A53, JIS G 3444, maupun SNI telah setara dan diakui sebagai pipa yang memiliki kualitas internasional.

Pada bulan September 2005, PT Bakrie Pipe Industries juga telah mendapat pengakuan dari DNV (*Det Norske Veritas*) dengan diproduksinya pipa sesuai dengan persyaratan spesifikasi *DNV OFFSHORE OS – F101 SUBMARINE PIPELINE SYSTEM*. Pada tahun 2007 PT Bakrie Pipe Industries mendapatkan sertifikat OHSAS (*The Occupational Health and Safety Management System*)18001:1999 dari ABS *Quality Evaluation* dalam bidang kesehatan dan keselamatan kerja. PT Bakrie Pipe Industries hingga saat ini telah berhasil memposisikan diri sebagai pemimpin bagi pasar pipa di dalam negeri dan telah mampu menembus pasar pipa baja dunia.

1. Profil Perusahaan

PT Bakrie Pipe Industries merupakan perusahaan *Job Order* yang bergerak dalam industri pembuatan pipa baja. Perusahaan ini menghasilkan berbagai jenis dan ukuran pipa disesuaikan dengan permintaan pelanggan. Berikut pelanggan-pelanggan PT Bakrie Pipe Industries.

Pelanggan Internasional , yaitu:

- 1) AMTRADE
- 2) ONESTELL
- 3) DSL Corporation
- 4) East Coast Pipe

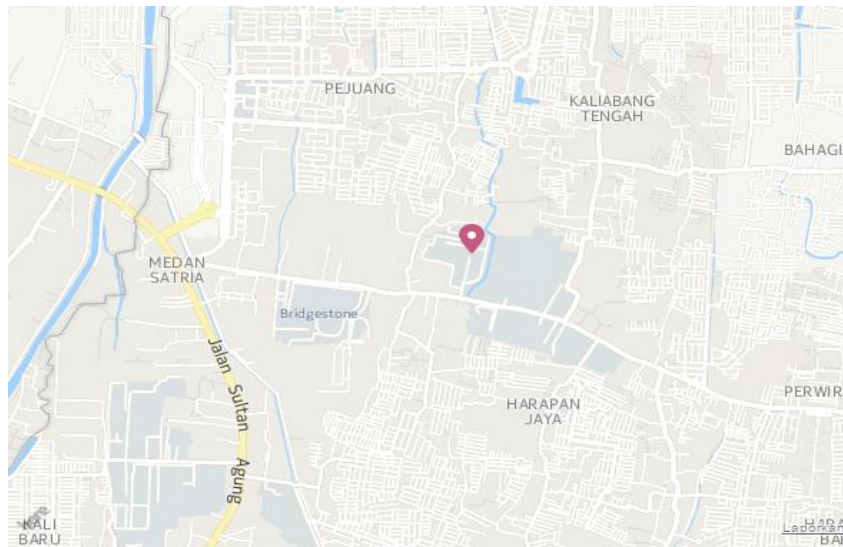
- 5) NIGC
- 6) KOC/SAT Kuwait
- 7) SANTOS (Australia)

Pelanggan Domestik, yaitu:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1) SANTOS (Sampang) PTY.LTD | 26) Perusahaan Listrik Negara |
| 2) Asia Petroleum Development LTD | 27) Total Bangun Persada |
| 3) Kodeco Energy CO.LTD | 28) PU. Bina Marga |
| 4) Conoco Philips | 29) PU. Cipta Karya |
| 5) BP West Java.LTD | 30) Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) |
| 6) Perusahaan Gas Negara | 31) Aspex Kumbong |
| 7) Cnooc Ses.LTD | 32) Mayasari Utama |
| 8) Medco E & P Indonesia | 33) Lippo Group |
| 9) Mc.Dermott Indonesia | 34) Agung Podomoro Group |
| 10) Technip | 35) Sinar Mas Group |
| 11) Clough | 36) Jaya Property |
| 12) PERTAMINA | 37) Duta Pertiwi Group |
| 13) Inti Karya Persada Teknik | 38) Summarecon Group |
| 14) Rekayasa Industri | |
| 15) Punj Lloyd Indonesia | |
| 16) Chevron Pacific Indonesia | |
| 17) Chevron Indonesia Company | |
| 18) VICO Indonesia | |
| 19) Total E & P Indonesia | |
| 20) Petro China International | |
| 21) Kondur Petroleum | |
| 22) Wijaya Karya | |
| 23) Adhi Karya | |
| 24) Hutama Karya | |
| 25) TELKOM | |

2. Letak dan Denah Perusahaan

Lokasi PT Bakrie Pipe Industries berada di Jl. Raya Pejuang, Kecamatan Medan Satria Kota Bekasi – Jawa Barat. Adapun denah dari PT Bakrie Pipe Industries dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Denah lokasi PT Bakrie Pipe Industries
(Sumber: *Company Profile* PT Bakrie Pipe Industries)

4.1.2 Visi dan Misi Perusahaan

Visi dan misi PT Bakrie Pipe Industries adalah sebagai berikut:

1. Visi Perusahaan

Visi PT Bakrie Pipe Industries adalah menjadi produsen pipa baja terkemuka di Indonesia dan Asia Tenggara.

2. Misi Perusahaan

Misi PT Bakrie Pipe Industries adalah menyediakan produk yang dapat dipercaya, sesuai bahkan lebih dari persyaratan yang ditetapkan pelanggan, dengan harga yang kompetitif dan pengiriman tepat waktu. Mengoperasikan aktifitas bisnis yang senantiasa didasari nilai-nilai integritas, professional, dan profitabilitas, mengutamakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman, memuaskan pelanggan dan meningkatkan nilai investasi bagi pemenang saham.

4.1.3 Sistem Manajemen

Kata Manajemen berasal dari bahasa Prancis kuno *ménagement*, yang memiliki arti seni melaksanakan dan mengatur. Manajemen belum memiliki definisi yang mapan dan diterima secara universal. Menurut Prof. Eiji Ogawa Manajemen adalah Perencanaan, Pengimplementasian dan Pengendalian kegiatan-kegiatan termasuk system pembuatan barang yang dilakukan oleh organisasi usaha dengan terlebih dahulu telah menetapkan sasaran-sasaran untuk kerja yang dapat disempurnakan sesuai dengan kondisi lingkungan yang berubah. Ricky W. Griffin mendefinisikan manajemen sebagai sebuah proses perencanaan, pengorganisasian, pengkoordinasian, dan pengontrolan sumber daya untuk mencapai sasaran (*goals*) secara efektif dan efisien.

Manajemen memiliki empat fungsi yang akan dijadikan acuan oleh manajer dalam melaksanakan kegiatan untuk mencapai tujuan. Fungsi manajemen tersebut yaitu:

1. Perencanaan (*Planning*) adalah menentukan tujuan untuk kinerja organisasi di masa depan serta memutuskan tugas dan penggunaan sumber daya yang diperlukan untuk mencapai tujuan tersebut. Perencanaan merupakan hal terpenting yang harus ditetapkan untuk menentukan perjalanan organisasi. Kurangnya perencanaan atau perencanaan yang buruk dapat menghancurkan organisasi.
2. Pengorganisasian (*Organizing*) adalah Pengorganisasian umumnya dilakukan setelah perencanaan dan mencerminkan perusahaan mencoba untuk mencapai rencananya. Pengorganisasian meliputi penentuan dan pengelompokan tugas ke dalam departemen, penentuan otoritas, serta alokasi sumber daya diantara organisasi.
3. Pengarahan (*Actuating*) adalah penggunaan pengaruh untuk memberikan motivasi kepada karyawan untuk mencapai tujuan organisasi.
4. Pengendalian (*Controlling*) berarti mengawasi aktivitas karyawan, menentukan apakah organisasi dapat memenuhi target tujuannya, dan melakukan koreksi bila diperlukan.

Demikian, kemampuan manajerial dalam mengelola segala aktivitas yang ada sangatlah penting. Begitu pula yang ada pada perusahaan ini. Hampir semua aspek yang terkait dalam operasional perusahaan sudah mempunyai manajemen yang baik.

PT Bakrie Pipe Industries selalu menekankan program budaya 5R untuk meningkatkan manajemen yang baik dimulai dari kedisiplinan dan kenyamanan dalam bekerja, yaitu:

1. Ringkas yaitu usaha dalam memisahkan barang yang diperlukan dengan yang tidak diperlukan.
2. Rapi yaitu usaha yang selalu memastikan segala sesuatu pada tempatnya dan juga pemberian label agar mudah mengenali suatu objek.
3. Resik yaitu usaha membersihkan tempat kerja dan selalu mempertahankan kebersihan.
4. Rawat yaitu usaha yang selalu memelihara keadaan ringkas, resik dan rapih.
5. Rajin yaitu usaha yang menjadikan ringkas, rapi dan rajin itu menjadi kebiasaan.

4.1.4 Safety Perusahaan

Safety merupakan suatu kebijakan dari perusahaan bagaimana agar kondisi lingkungan kerja menjadi aman, nyaman dan kondusif agar seluruh karyawan bekerja dengan giat dan senang hati.

PT Bakrie Pipe Industries bertekad menjadikan nihil kecelakaan kerja menjadi suatu kenyataan. Untuk mencapai tujuan tersebut PT Bakrie Pipe Industries mempunyai misi *safety* yaitu :

1. Mempatuhi semua peraturan K3.
2. Menyediakan tempat kerja yang sehat dan aman bagi semua karyawan baik karyawan langsung maupun tidak langsung.
3. Secara terus menerus meningkatkan praktek K3 industri yang baik.

Misi di atas dilaksanakan dengan berpedoman: Bekerja dengan cara yang aman dan sehat sebagaimana disyaratkan dalam *safety system* yang telah ditetapkan oleh manajemen.

Safety target PT Bakrie Pipe Industries yaitu menerapkan tantangan untuk mencapai tujuan ini secara serius selama tahun 2008 dan menetapkan target dan standar K3 secara umum yang bersifat wajib bagi semua orang dalam perusahaan sebagai berikut:

1. Perusahaan menempatkan nilai tertinggi pada jaminan keselamatan dan kesehatan bagi karyawan sub kontraktor, pihak ketiga dan pengunjung kami.
2. Untuk mencapai nilai kecelakaan kerja yang menyebabkan kematian/cacat permanen dan untuk secara substansi mengurangi kecelakaan yang menyebabkan kehilangan jam kerja (*Lost Time Injury*).

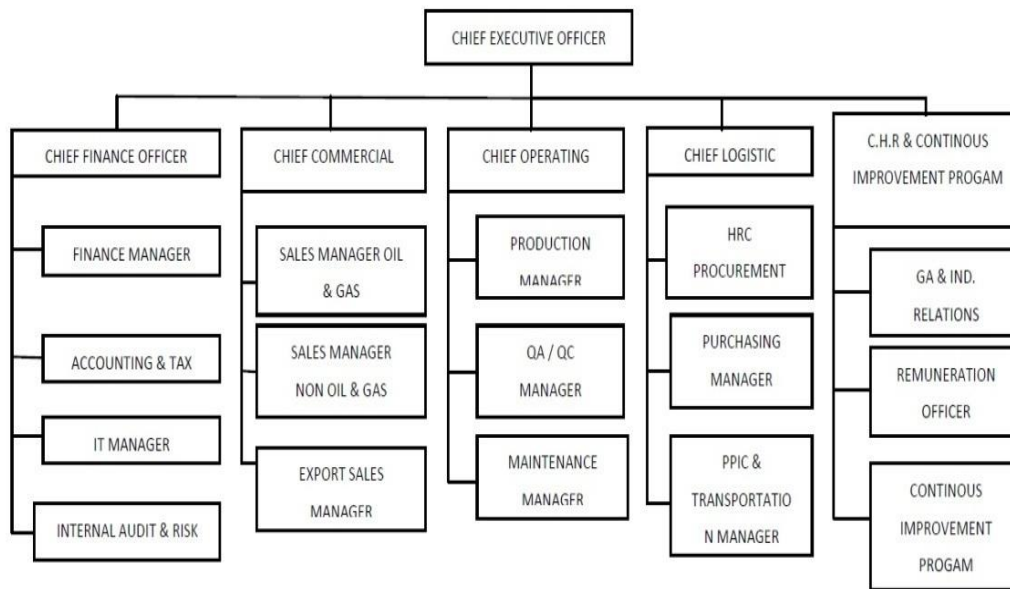
Alat pelindung diri pekerja, yaitu:

1. Helm Kerja
2. Kacamata Kerja
3. Masker
4. Pelindung Telinga
5. Sarung Tangan
6. *Safety Shoes*

4.1.5 Struktur Organisasi dan *Job Description*

Struktur organisasi dalam suatu perusahaan memiliki arti yang sangat penting sebagai alat untuk mencapai tujuan perusahaan, yaitu mengatur tugas, tanggung jawab, dan wewenang pada setiap bagian dalam perusahaan sehingga perusahaan dapat berjalan dengan baik.

Struktur organisasi yang baik harus bersifat fleksibel sehingga memungkinkan untuk diadakan perubahan atau perbaikan untuk menunjang keberhasilan perusahaan. Struktur organisasi PT Bakrie Pipe Industries disusun berdasarkan fungsi-fungsi yang dibutuhkan di dalam perusahaan seiring dengan perkembangan usaha. Adapun struktur organisasi dari PT Bakrie Pipe Industries dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Struktur Organisasi PT Bakrie Pipe Industries
(Sumber: *Company Profile* PT Bakrie Pipe Industries)

1. *Chief Executive Officer*

Memiliki tugas dan wewenang dalam memimpin perusahaan dan juga bertanggung jawab atas kelangsungan hidup perusahaan, sesuai dengan tujuan yang telah disepakati sehingga tidak terjadi penyimpangan. *Chief Executive Officer* utama membawahi *Chief Finance Officer*, *Chief Commercial Officer*, *Chief Operating Officer*, *Chief Logistics*, dan *Chief C.H.R. & Continuous Improvement Program*.

2. *Chief Finance Officer*

Tugas dari *Chief Finance Officer* sebagai berikut :

- a. Mengurus masalah keuangan perusahaan
- b. Menjamin ketersediaan dana untuk perusahaan
- c. Mengatur keluar masuknya dana
- d. Menyusun pembukuan dan laporan keuangan
- e. Menghitung keuntungan yang diterima perusahaan

Chief Finance Officer dalam menjalankan tugasnya dibantu oleh :

a. *Finance Manager*

Yang bertugas melakukan kontrol intern terhadap laporan keuangan bulanan, memeriksa proyeksi *cash flow* setiap bulannya dari Departemen Keuangan serta menganalisisnya, bertanggung jawab terhadap anggaran perusahaan, dan bertanggung jawab atas seluruh proses akuntansi dan pelaporannya.

b. *Accounting & Tax Manager*

Yang bertugas melakukan pemeriksaan proyeksi PPh serta menganalisisnya, bertanggung jawab terhadap laporan akuntansi dan pajak perusahaan, dan bertanggung jawab terhadap laporan akuntansi manajemen perusahaan serta menganalisisnya.

c. *IT Manager*

Yang bertugas melakukan kontrol atas terlaksananya *system developer* dan *system administrator* perusahaan dan bertanggung jawab terhadap *database* atas semua departemen dalam perusahaan.

d. *Internal Audit & Risk Management*

Yang bertugas menyusun dan melaksanakan rencana internal audit tahunan dan menguji dan mengevaluasi pelaksanaan pengendalian intern dan sistem manajemen resiko sesuai dengan kebijakan perusahaan.

3. *Chief Commercial Officer*

Tugas dari *Chief Commercial Manager* sebagai berikut :

a. Menangani masalah produk pemasaran produk perusahaan

b. Menetapkan harga jual produk

Chief Commercial Officer dalam menjalankan tugasnya dibantu oleh :

a. *Sales Manager Oil & Gas*

Yang bertugas merencanakan, mengontrol dan mengkoordinir proses penjualan dan pemasaran untuk mencapai target penjualan dan mengembangkan pasar untuk jenis pipa minyak dan gas.

b. *Sales Manager Non Oil & Gas*

Yang bertugas merencanakan, mengontrol dan mengkoordinir proses penjualan dan pemasaran untuk mencapai target penjualan dan mengembangkan pasar untuk jenis pipa non minyak dan gas.

c. *Export Sales Manager*

Yang bertugas mengatur penjualan dan pemasaran ke luar negara.

4. *Chief Operating Officer*

Tugas dari *Chief Operating Manager* sebagai berikut :

- a. Bertanggung jawab terhadap kelancaran produksi
- b. Mengatur jadwal *maintenance* mesin-mesin produksi
- c. Menentukan jenis mesin produksi yang akan digunakan untuk produksi

Chief Commercial Officer dalam menjalankan tugasnya dibantu oleh :

a. *Production Manager*

Yang bertugas melakukan pengelolaan faktor-faktor produksi agar hasil produksi sesuai dengan apa yang telah direncanakan oleh perusahaan.

b. *QA/QC Manager*

Yang bertugas melakukan kontrol dan menentukan kualifikasi layak atau tidaknya produk yang telah selesai diproduksi sesuai standar yang telah ditetapkan.

c. *Maintenance Manager*

Yang bertugas melakukan pemeriksaan pada peralatan/mesin untuk mencegah terjadinya kesalahan agar proses produksi dapat tetap berjalan dan memperpanjang usia peralatan.

5. *Chief Logistics*

Tugas dari *Chief Logistics* sebagai berikut :

- a. Menentukan kapasitas produksi
- b. Menentukan besarnya volume produksi
- c. Menetapkan jumlah persediaan bahan baku
- d. Membuat rencana produksi

Chief Logistics dalam menjalankan tugasnya dibantu oleh :

a. *HRC Procurement Manager*

Yang bertugas melakukan perencanaan dan pembelian bahan baku yaitu HRC sesuai dengan penjadwalan produksi.

b. *Purchasing Manager*

Yang bertugas melakukan perencanaan dan pembelian setiap barang yang dibutuhkan dan menentukan pemasok yang menyediakan bahan yang berkualitas dengan harga terjangkau.

c. *PPIC & Transportation Manager*

Yang bertugas melakukan kontrol dan perencanaan pada jalannya produksi, *warehouse*, dan persediaan bahan baku.

6. *C.H.R & Continous Improvement Program*

Tugas dari *C.H.R & Continous Improvement Program* sebagai berikut:

- a. Mengatur masalah kepersonaliaan
- b. Menetapkan jumlah karyawan yang dibutuhkan
- c. Menentukan jumlah gaji yang diterima karyawan
- d. Mengatur kesejahteraan karyawan

C.H.R & Continous Improvement Program dalam menjalankan tugasnya dibantu oleh :

a. *GA & Ind. Relation Officer*

Yang bertugas melakukan hubungan dengan pegawai, melakukan audit pegawai, dan menyediakan prasarana kerja.

b. *Remuneration Officer*

Yang bertugas menangani gaji maupun insentif pegawai dan hal yang berkaitan dengan administrasi pegawai.

c. *Continous Improvement Program*

Yang bertugas membuat perencanaan dan pengembangan program-program yang berkaitan dengan kepegawaian.

4.1.6 Ketenagakerjaan

Bagi setiap perusahaan, tantangan untuk merekrut dan mempertahankan pekerja yang berbakat selalu ada. Individu dengan bakat luar biasa, memiliki kepekaan bisnis, integritas, dan perspektif jangka panjang merupakan kunci keberhasilan sebuah organisasi. Karenanya, perseroan berkomitmen untuk terus mengembangkan sumber daya manusianya.

Sejak tahun 2006, program pengembangan SDM yang dilakukan oleh Bakrie Brothers adalah revitalisasi HR *Operational Excellence*, yaitu menyempurnakan proses rekrutmen dan seleksi, memfasilitasi mobilitas pekerja, memperkuat sistem evaluasi prestasi kerja, memperbaiki program pelatihan dan pengembangan, merancang paket kompensasi dan tunjangan, serta mempertahankan hubungan industrial yang baik. Beberapa istilah yang berhubungan langsung dengan perusahaan, yaitu :

1. Serikat Pekerja adalah Serikat Pekerja Logam Elektronik dan Mesin Unit Kerja PT Bakrie Pipe Industries yang berkedudukan di jalan raya Perjuangan KM 27 Medan Satria, Kota Bekasi, yang tercatat di SUDINAKERTRAN Bekasi Nomor: 287/IV/III/2002 tanggal 14 Maret 2002 dan surat keputusan Nomor: Kep/0153/F. SPLEMSPSI/JT/2001 tanggal 02 April 2001.
2. Pengusaha adalah orang atau sekelompok orang yang di beri atau mempunyai kuasa untuk memimpin dan mengelola jalannya perusahaan dan melakukan tindakan untuk/atas nama perusahaan.
3. Pekerja adalah tenaga kerja yang bekerja pada perusahaan dan menerima upah/gaji.

4.1.7 Jumlah Karyawan, Jam kerja dan Hari Kerja

Jumlah karyawan di PT Bakrie Pipe Industries dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1. Jumlah Karyawan PT Bakrie Pipe Industries

No.	Departemen	Jumlah (orang)
1	Produksi	129
2	Galvanize	24

3	<i>Maintenance</i>	83
4	<i>QC/QA</i>	93
5	<i>PPC</i>	72
6	<i>Purchasing</i>	4
7	<i>Procurement</i>	3
8	<i>Finance</i>	32
9	<i>C.H.R & Continuous Improvement Program</i>	30
10	<i>HRD</i>	90
Jumlah		560

(Sumber : *Company Profile* PT Bakrie Pipe Industries)

Jam kerja karyawan di PT Bakrie Pipe Industries dapat dilihat pada Tabel 4.2 sebagai berikut

Tabel 4.2. Jam Kerja PT Bakrie Pipe Industries

Hari	Non Shift	Shift 1	Shift 2	Shift 3	Keterangan
Senin s/d Kamis	07.30 - 12.00	07.30 - 12.00	16.30 - 20.00	00.30 - 04.00	Jam Kerja
	12.00 - 13.00	12.00 - 13.00	20.00 - 21.00	04.00 - 05.00	Istirahat
	13.00 - 16.30	13.00 - 16.30	21.00 - 00.30	05.00 - 07.30	Jam Kerja

Tabel 4.2. Jam Kerja PT Bakrie Pipe Industries Lanjutan ... Lanjut ...

Hari	Non Shift	Shift 1	Shift 2	Shift 3	Keterangan
Jumat	07.30 - 11.30	07.30 - 11.30	16.30 - 20.00	00.30 - 04.00	Jam Kerja
	11.30 - 13.00	11.30 - 13.00	20.00 - 21.00	04.00 - 05.00	Istirahat
	13.00 - 16.30	13.00 - 16.30	21.00 - 00.30	05.00 - 07.30	Jam Kerja

(Sumber : *Company Profile* PT Bakrie Pipe Industries)

Sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku, hari kerja di perusahaan adalah 5 hari kerja dalam seminggu dengan jumlah jam kerja 40 jam seminggu. Untuk jenis pekerjaan tertentu, perusahaan dapat menetapkan waktu kerja secara khusus dengan tetap berpedoman pada peraturan perundang-undangan yang berlaku. Jam kerja perusahaan secara umum adalah 8 jam sehari atau 40 jam seminggu, dengan ketentuan apabila perusahaan memerlukan *shift* maka pekerja harus bersedia melakukan waktu tersebut.

4.1.8 Sistem Kendali Mutu

Suatu produk yang memiliki kualitas baik adalah produk yang dapat memuaskan pelanggan. Dengan kepuasan pelanggan, sebuah perusahaan diuntut untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Hal

tersebut dapat dicapai dengan kerja keras dalam pelaksanaan kerja yang cermat terhadap pengendalian kualitas dari rancangan produk (*quality of design*), manajemen mutu yang baik dan kualitas dari kesesuaian (*quality of conformity*) akan memberikan tingkat kualitas performans dari produk yang dihasilkan.

PT Bakrie Pipe Industries mempunyai kebijakan yang menjadi acuan perusahaan dalam menciptakan produk berkualitas dan memenuhi kepuasan pelanggan berdasarkan penjelasan di atas. Kebijakan kualitas PT Bakrie Pipe Industries adalah “Menyediakan produk yang handal yang memenuhi bahkan lebih baik dari persyaratan pelanggan yang dikembangkan secara berkesinambungan, dengan harga bersaing, pengiriman tepat waktu dan secara berkelanjutan meningkatkan effektivitas sistem manajemen mutu”.

4.1.9 Sistem Pemeliharaan atau *Maintenance*

Kegiatan pemeliharaan atau *maintenance* bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin tanpa perkiraan dalam hubungannya dengan kepentingan lingkungan. Penanggung jawabnya adalah Divisi Maintenance.

Kegiatannya mencakup hal perencanaan dan pelaksanaan kegiatan pemeliharaan dan perbaikan terus menerus terhadap fasilitas terpasang, agar secara optimal kondisinya dapat dipertahankan. Menyediakan sumber tenaga penggerak yang handal, terutama tenaga listrik agar fasilitas terpasang dapat dioperasikan sesuai kebutuhan. Meneliti, menganalisa dan membuat rekomendasi perbaikan, perubahan atau penambahan sarana yang diperlukan untuk menanggulangi hambatan di semua *plant* perusahaan untuk meningkatkan kinerja secara berkesinambungan. Prosedur teknis perawatan berkala yang dilakukan pada PT Bakrie Pipe Industries adalah :

1. *Operator Maintenance*

Aktifitas ini bertujuan untuk menjadikan mesin bekerja optimal.

2. *Monitoring Maintenance*

Bertujuan untuk mengetahui status dan perubahan yang terjadi untuk mencegah *Unplanned Corrective Maintenance* (UCM) dan merupakan input data untuk melaksanakan *improvement*.

3. *Corrective Maintenance*

Bertujuan untuk meningkatkan efisiensi.

4. *Improvement Maintenance*

- a. Memastikan agar mesin-mesin dan peralatan yang berkaitan dengan proses produksi yang sudah ada untuk dijaga atau ditingkatkan proses kapabilitas dan keandalannya.
- b. Metoda untuk pembelian mesin baru untuk mengoptimalkan masa pakai mesin dalam hal kehandalan, perawatan, dokumentasi dan suku cadang.

4.1.10 Hasil Produk

PT Bakrie Pipe Industries saat ini memproduksi pipa beberapa jenis pipa yaitu ASTM, SNI dan API. Macam-macam jenis pipa tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda seperti pipa untuk non oil dan gas maupun pipa yang khusus untuk oil dan gas. Jenis pipa yang diproduksi oleh PT Bakrie Pipe Industries pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Jenis-jenis pipa

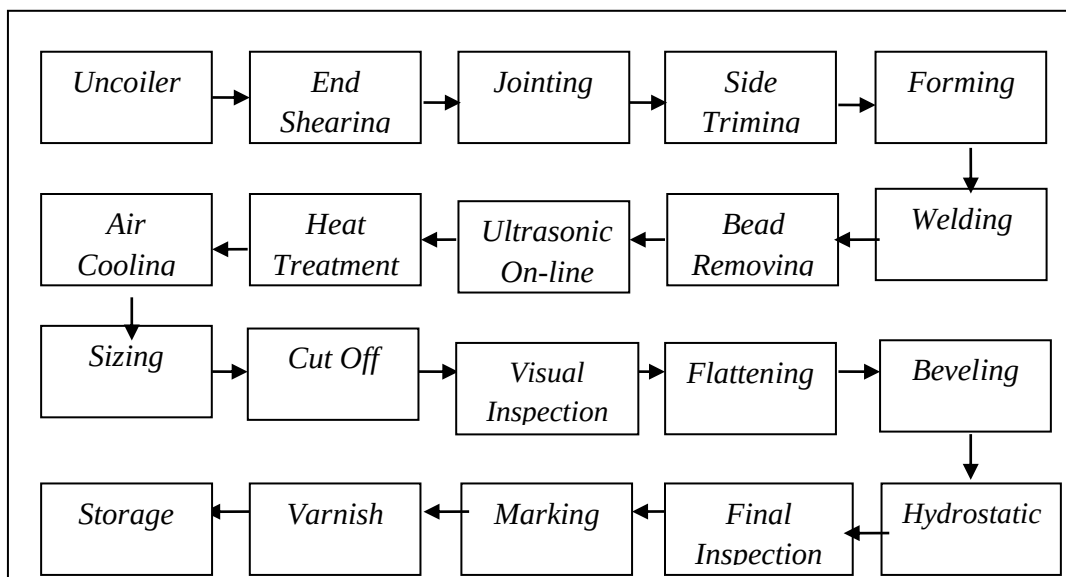
No	Nama Produk	Gambar
1	Pipa Non Oil dan Gas	
	a. ASTM	
	b. SNI	
2	Pipa Oil dan Gas	

	a. API	
--	--------	--

(Sumber : PT Bakrie Pipe Industries, 2015)

4.1.11 Proses Produksi Pipa API Spec 5L

Gambaran umum proses pembuatan atau produksi Pipa API Spec 5L di PT Bakrie Pipe Industries dapat dilihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut.



Gambar 4.3. Proses Produksi pipa API Spec 5L
(Sumber : PT Bakrie Pipe Industries)

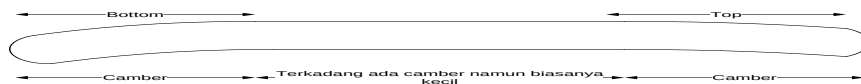
Berdasarkan aliran proses produksi di atas dapat diuraikan sebagai berikut:

1. *Uncoiler*

Coil ditempatkan pada *coil ramp* dengan menggunakan *crane* kemudian turunkan blok stopper agar *coil* menggelinding ke mesin *uncoiler*. Setelah masuk ke dalam mesin *uncoiler*. *Coil* diangkat dengan *lifter* untuk diposisikan sesuai *cone* kemudian di jepit.

2. *End Shearing*

End shearing (pemotongan lidah *coil*) bertujuan untuk mendapatkan ujung *coil* rata & tegak lurus agar didapat proses penyambungan yang baik. Jika ada bentuk *skelp* yang berbentuk *camber*, pengguntingan harus dilakukan sampai didapatkan strip yang lurus. Jika *coil* dibentangkan akan berbentuk seperti yang digambarkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Bentangan *Coil*
(Sumber: PT Bakrie Pipe Industries)

Terjadinya *camber* (sedikit bengkok) karena proses *rolling/coiling* di *ho strip mill*. Pada tahap awal *coiling* (penggulungan) ujung depan *coil* (ujung *coil* bagian dalam) tidak mengalami cukup tarikan sehingga cenderung tidak lurus.



Gambar 4.5 Hasil potongan tegak lurus dan tidak
(Sumber: PT Bakrie Pipe Industries)

3. *Jointing*

Jointing merupakan proses penyambungan antara ujung *coil* yang satu dengan *coil* berikutnya dengan cara pengelasan sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan, untuk mendapatkan sambungan antar *coil* yang baik bagi proses berikutnya.

4. *Side Trimming*

Side trimmer terdiri dari dua pasang pisau. Yang berfungsi untuk memotong pinggiran plat agar sesuai dengan lebar plat yang diinginkan.

5. *Forming*

Proses forming merupakan proses dimana *skelp* diberi gaya dan mengalami perubahan bentuk (*deformasi*) secara perlahan dari rata hingga menjadi bulat menggunakan roll-roll. Pada bagian ini dipasang beberapa pasangan roll yang berbeda untuk setiap *stand* sesuai fungsi masing-masing. Umumnya mesin pembuat pipa (*tube mill*) dapat memproduksi pipa dengan berbagai ukuran diameter sehingga diperlukan beberapa pasang roll untuk satu *line tube mill*.

6. *HF Welding*

HF Welding adalah suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan pengelasan listrik dimana panas pengelasan ditimbulkan oleh sifat tahanan atau resistance material dalam mengalirkan arus listrik..

7. *Bead Removing*

Pada proses pengelasan *HF Welding* menghasilkan kampuh las di bagian dalam (*inner*) dan luar (*outer*). *Bead Removing* adalah proses penyerutan kampuh las bagian dalam (*inner*) dan bagian luar (*outer*) dengan menggunakan pahat.

8. *Ultrasonic On-line*

Ultrasonic On-Line merupakan inspeksi yang bertujuan untuk mendeteksi cacat hasil lasan pipa secara dini (*temporary reject*). Jika terdapat indikasi *reject*, maka secara otomatis pipa akan disemprotkan dengan tinta kuning.

9. *Heat Treatment*

Perlakuan panas (*heat treatment*) yang dilakukan yaitu dengan memanaskan lasan dengan induktor dengan temperature tertentu biasanya 800-900°C atau sesuai prosedur dan persyaratan customer selama beberapa waktu kemudian didinginkan secara perlahan di udara.

10. *Air Cooling*

Proses dimana pipa yang dapat perlakuan panas dari *heat treatment* akan didinginkan secara perlahan dengan udara disekitar.

11. *Sizing*

Sizing terdiri dari serangkaian roll-roll *sizing* vertical maupun horizontal dan *turk head* yang berfungsi untuk Mengukur panjang pipa sebelum di *Cut off*, meluruskan pipa (*straightening*), memperbaiki ketidaksempurnaan bentuk dan permukaan pipa.

12. *Cut Off*

Cut Off merupakan tahap akhir dari proses produksi pipa. Pada tahap ini mesin yang bekerja untuk memotong pipa dengan panjang yang ditentukan per 6 meter atau 12 meter tergantung dari rencana produksi.

13. *Visual inspection*

Prosedur ini menetapkan cara untuk memeriksa kerapihan pengerjaan secara visual dengan persyaratan toleransi yang diperkenankan oleh setiap spesifikasi.

14. *Flattening Test*

Flattening test atau disebut juga sebagai pengujian linyak merupakan pengujian yang dilakukan untuk melihat apakah permukaan hasil lasan terdapat celah, retakan atau indikasi *reject* lainnya. Pengujian ini dilakukan dengan cara menekan sampel pipa yang posisi lasannya berada $0^{\circ} - 90^{\circ}$ dari permukaan *pressing*.

15. *Hydrostatic Test*

Pengujian ini merupakan pengujian hasil lasan dengan menggunakan tekanan air. Pengujian hidrostatik bertujuan untuk menguji kekuatan hasil lasan dengan tekanan air tergantung dari spesifikasi pipa. Jika hasil lasan pipa cukup baik, maka tidak akan ada air yang menyembrot melalui celah lasan selama pengujian berlangsung.

16. *Beveling*

Pada tahap ini memiliki tujuan untuk membuat sudut pada kedua ujung pipa sesuai dengan prosedur yang ditentukan.

17. *Marking*

Setelah pipa melalui serangkaian proses produksi dan pengujian lalu dinyatakan *accept*, maka pipa bisa langsung diberi tanda. Tanda yang diberikan pada pipa meliputi tanda fabrikasi BPI, spesifikasi pipa, diameter pipa, panjang pipa, nomor pipa dan nomor *heat*.

18. *Varnish Coating*

Pipa yang telah diberi tanda akan memasuki tahap pelapisan (*varnish Coating*). Namun, tidak semua pipa akan dilapisi karena tergantung dari permintaan konsumen.

19. *Final Inspection*

Final Inspection terdiri atas pemeriksaan kebulatan, tebal, panjang, kelurusan, hasil *beveling*, hasil serutan las, hasil perbaikan baik dengan penggerindaan maupun pengelasan.

20. *Storage*

Pipa yang telah selesai diproduksi akan disimpan di tempat penyimpanan pipa yang tidak jauh dari *plant*.

4.1.12 Data Jumlah Produksi Dan Cacat Pipa di KT-24

Data jumlah produksi dan cacat pipa di KT-24 untuk periode bulan Oktober 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.4 di bawah ini:

Tabel 4.4. Jumlah produksi dan cacat pipa di KT-24

Jenis Produk Tipe pipa	Jumlah Produksi (Batang)	Jumlah Cacat (Batang)	Presentase
SNI	720	58	8,05
ASTM A252	1044	96	9,19
ASTM A53	1170	137	11,70
API 5CT	1440	118	8,19
API 5L	1250	184	14,72
Total	5624	593	10,54

(Sumber : PT Bakrie Pipe Industrie, 2015)

4.1.13 Data Jumlah Cacat Produksi Pipa API Spec 5L di KT-24

Data jumlah cacat produksi pipa API Spec 5L di KT-24 untuk periode bulan Oktober 2015 dapat dilihat pada Tabel 4.5 di bawah ini:

Tabel 4.5. Jumlah cacat yang dihasilkan tiap proses pipa API Spec 5L di KT-24

Jenis Proses	Jenis Cacat	Periode Oktober 2015
		Jumlah cacat (Batang)
<i>Welding</i>	<i>Open weld</i>	11
<i>Forming</i>	<i>Roundness</i>	148
<i>Bead Removing</i>	<i>Outer/inner</i>	16
<i>Jointing</i>	<i>Missalignment</i>	9
Total Cacat		184
Total Produksi		1250
Presentase Cacat (%)		14,72

(Sumber : PT Bakrie Pipe Industrie, 2015)

Hasil dari data di atas, proses *forming* merupakan penyumbang cacat terbesar dengan jenis cacat *roundness* (kebulatan) pipa tidak sesuai standar atau spesifikasi yang telah ditentukan.

4.1.14 Data Jenis Cacat Produksi Pipa API Spec 5L di KT-24

Ada beberapa jenis cacat yang terjadi pada proses produksi pipa API Spec 5L di KT-24, yaitu *open weld*, *roundness*, *outer/inner* dan *missalignment*. Untuk jenis cacat yang telah disebutkan, dapat diuraikan sebagai berikut.

1. *Open weld*

Merupakan cacat akibat dari hasil lasan yang terbuka pada saat proses pengelasan.

2. *Roundness*

Merupakan cacat akibat dari ukuran *roundness* yang tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan atau melebihi maupun kurang dari spesifikasi pada saat proses pembentukan pipa.

3. *Outer/inner*

Merupakan cacat akibat goresan yang terdapat di bagian luar dan dalam pipa yang disebabkan oleh proses penyerutan kampuh las.

4. *Missalignment*

Merupakan cacat yang dikarenakan adanya kemelesetan posisi antara ujung plat yang satu dengan plat berikutnya, sehingga plat menjadi tidak lurus dan rata.

4.1.15 Data Kebulatan (*Roundness*) Pipa API Spec 5L di KT-24

Berdasarkan pada jumlah cacat yang terdapat pada Tabel 4.4. bahwa banyak terjadi cacat pada proses *forming*. Dimana pada proses *forming* tersebut disebabkan oleh cacat kebulatan (*Roundness*), yaitu ukuran kebulatan (*Roundness*) atau nilai *out of roundness* (OOR) yang tidak berada dalam batas spesifikasi yang telah ditentukan perusahaan. Adapun batas spesifikasi data kebulatan (*Roundness*) adalah spesifikasi atas (USL) = 2.2 mm dan spesifikasi bawah (LSL) = 0 mm. Berikut ini adalah hasil dari pengukuran data kebulatan pipa API Spec 5L dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut.

Tabel 4.6. Data OOR kebulatan 325 mm pipa API Spec 5L Oktober 2015

Hari Ke-	Sampel (mm)				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	1.4	1.9	1.5	1.6	1.2
2	2	2	1.9	1.4	2
3	1	2	1.8	1.9	1.9
4	1.9	1.7	1.6	3	1
5	2.2	1.6	1.5	1	2.5
6	4	2	2.2	2.5	2
7	1.5	1.8	3	1	2
8	1.7	3	1.5	1.7	1.9
9	3	1.9	2.5	4	1.8
10	1.1	1	0.8	2	1.8
11	1.5	2	0.8	1	1.9
12	2	1.2	1	2	1.8
13	2.4	1.9	0.5	1	1.8
14	2	1	1.2	2	1.9
15	2	1.2	1	1.8	1.5
16	2	1.7	1.5	1.2	1
17	2.1	1.9	1.6	2.1	1.5
18	2	1	1.5	3	1
19	1.8	1.8	1.6	1.6	2.5
20	1.9	1.9	1.5	2	0.8
21	2.1	1.8	1.4	1.8	1.8
23	1.6	1.9	1.2	1	1
24	2.3	1	1	1.5	1.2
25	1	1.8	1	3	2

(Sumber : PT Bakrie Pipe Industries)

4.2. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk menguji data yang terdapat pada pengumpulan data, sehingga menghasilkan informasi yang nantinya dijadikan bahan untuk melakukan analisis sesuai dengan tahapan *Six Sigma*. Dalam pengolahan data ini menggunakan dua tahap dari metode *six sigma*-DMAIC, yaitu tahap *define* (pendefinisian) dan *measure* (pengukuran). Pengolahan data ini bertujuan untuk mendefinisikan masalah yang dihadapi perusahaan dan mengukur kinerja perusahaan berdasarkan data yang ada pada pengumpulan data.

4.2.1 Tahap Define

Pada tahap ini dilakukan pendefinisian terhadap kriteria pemilihan lini produksi dan komponen yang memiliki prioritas untuk dilakukan perbaikan. Ini bertujuan untuk mempermudah melakukan analisis dan langkah perbaikan terhadap proses berdasarkan aliran proses yang ada. Analisis juga dilakukan terhadap kebutuhan spesifik pelanggan yang akan tergambar dalam diagram SIPOC.

1. Pemilihan Lini Produksi

Pemilihan lini produksi dilakukan pada KT-24 yang memproduksi pipa dengan jumlah terbesar. Selain itu KT-24 merupakan *plant* yang khusus memproduksi pipa-pipa dengan ukuran besar. Setelah pemilihan lini produksi, dilakukan pemilihan jenis tipe pipa mana yang akan dijadikan penelitian. Berdasarkan jumlah cacat yang ditemukan pada setiap jenis tipe pipa selama periode bulan Oktober 2015. Pemilihan tipe pipa apa yang akan menjadi prioritas dalam proyek *Six Sigma* ini dilakukan dengan membuat analisis pareto berdasarkan data yang terdapat pada Tabel 4.4. Hasil perhitungan persentase data cacat ditunjukkan pada Tabel 4.7 dan hasil analisis Pareto ditunjukkan pada Gambar 4.6.

➤ Persentase (%) = $\frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Total Jumlah Cacat}} \times 100\%$

➤ Persentase (%) = $\frac{184}{593} \times 100\% = 31,0\%$

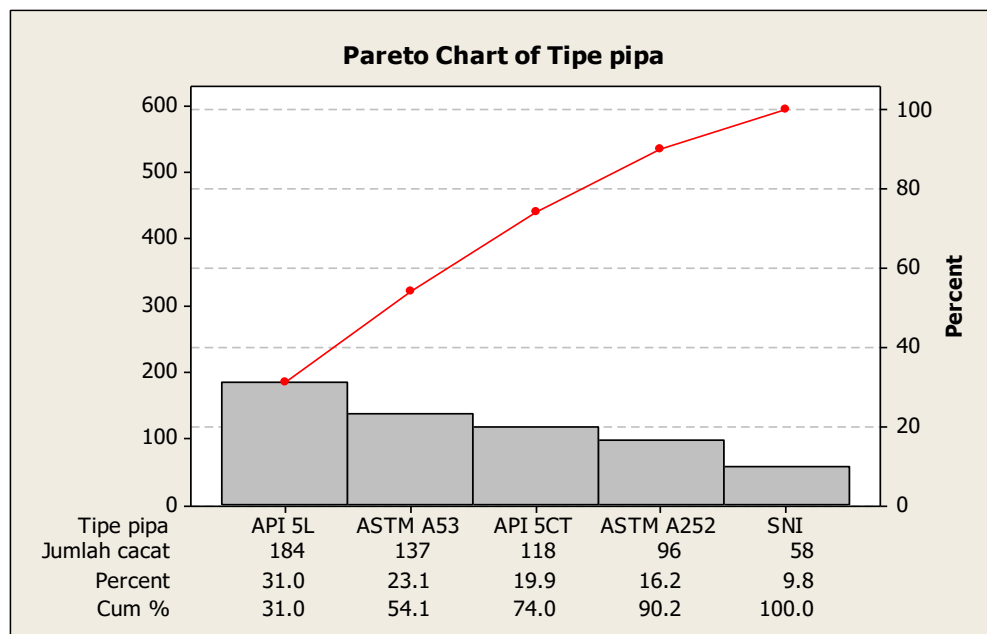
Berdasarkan perhitungan diatas maka dibuat perhitungan dan pengurutan data seperti Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Perhitungan persentase data cacat pada periode Oktober 2015

Jenis Produk Tipe pipa	Jumlah Cacat (Batang)	Presentase	% Kumulatif
API 5L	184	31,0	31,0
ASTM A 53	137	23,1	54,1
API 5CT	118	19,9	74,0
ASTM A 252	96	1,2	90,2
SNI	58	9,8	100,0
Total	593	100,0	

(Sumber: Pengolahan data)

Bedasarkan Tabel 4.7 maka dapat dibuat diagram Pereto seperti Gambar 4.6 di bawah ini:



Gambar 4.6. Diagram Pareto Pemilihan Tipe Pipa

(Sumber: Pengolahan data)

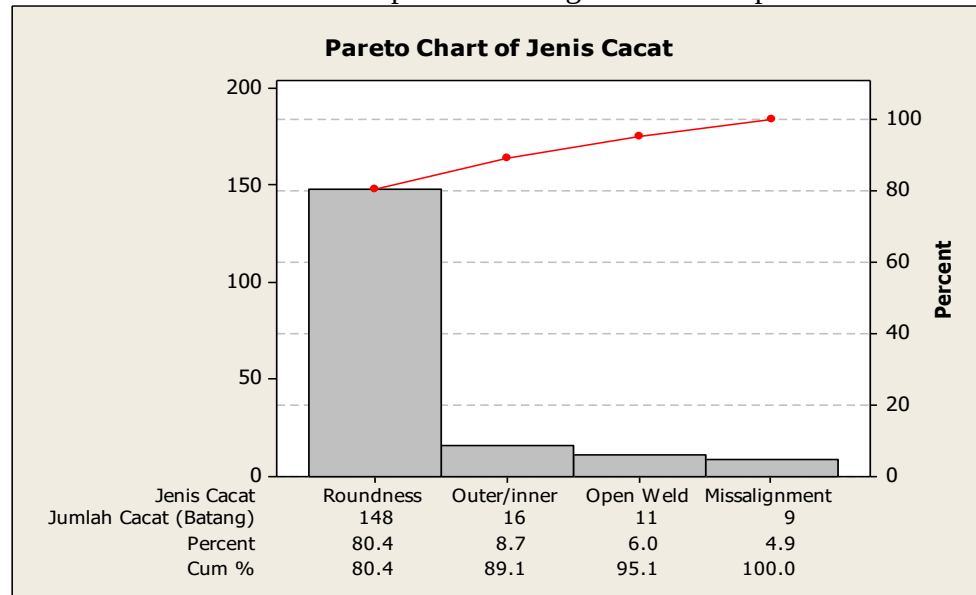
Setelah ditentukan pipa dengan tipe API spec 5L yang menjadi proyek peningkatan kualitas ini. Selanjutnya dilakukan pemilihan jenis cacat yang terdapat pada pipa API spec 5L, untuk mengetahui jenis cacat terbesar yang akan dilakukan perbaikan Berikut ini adalah persentase cacat pada saat proses produksi pipa API spec 5L dapat dilihat pada Tabel 4.8 sebagai berikut.

Tabel 4.8 Perhitungan persentase data cacat pada setiap jenis proses

Jenis Cacat	Jumlah Cacat (Batang)	Presentase	% Kumulatif
<i>Roundness</i>	148	31,0	31,0
<i>Outer/inner</i>	16	23,1	54,1
<i>Open Weld</i>	11	19,9	74,0
<i>Missalignment</i>	9	1,2	90,2
Total	184	100,0	

(Sumber: Pengolahan data)

Berdasarkan Tabel 4.8 maka dapat dibuat diagram Pereto seperti Gambar 4.7 :



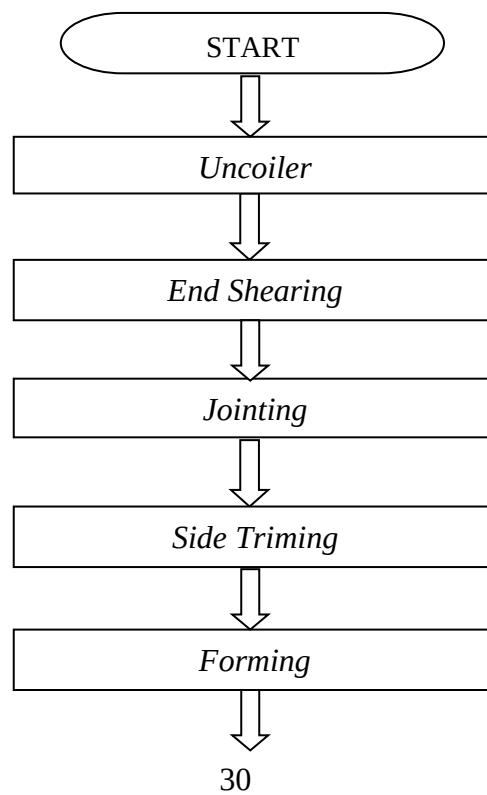
Gambar 4.7. Diagram Pareto Pemilihan Jenis cacat

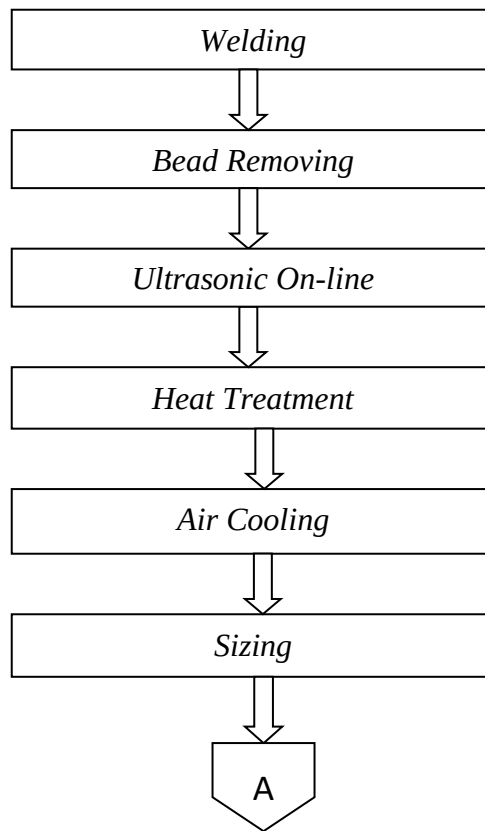
(Sumber: Pengolahan data)

2. Diagram Aliran Proses

Diagram alir proses ini dibuat berdasarkan standar operasi PT Bakrie Pipe Industries dari hasil pengamatan serta diskusi dengan *supervisor* dan staf

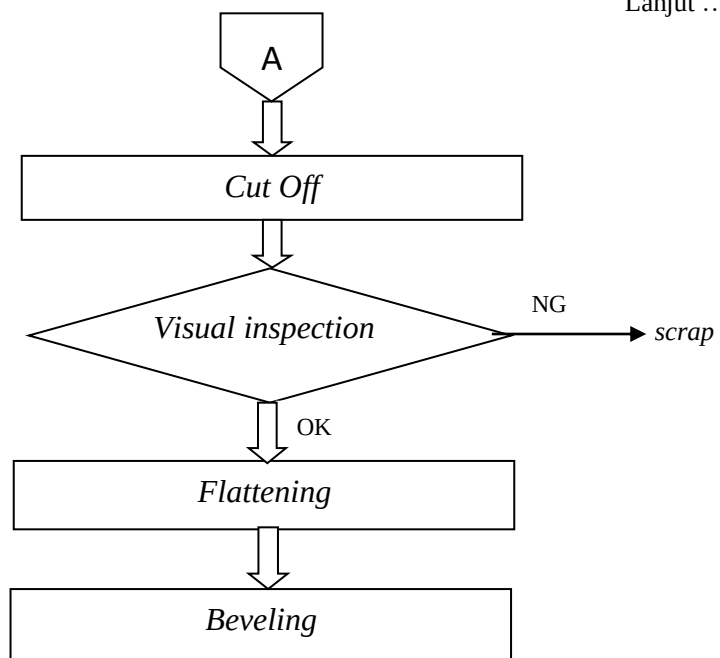
karyawan pada produksi pipa API Spec 5L kebulatan 325mm. Diagram alir proses dalam pengendalian kualitas produksi pipa API Spec 5L ditunjukkan pada Gambar 4.8.

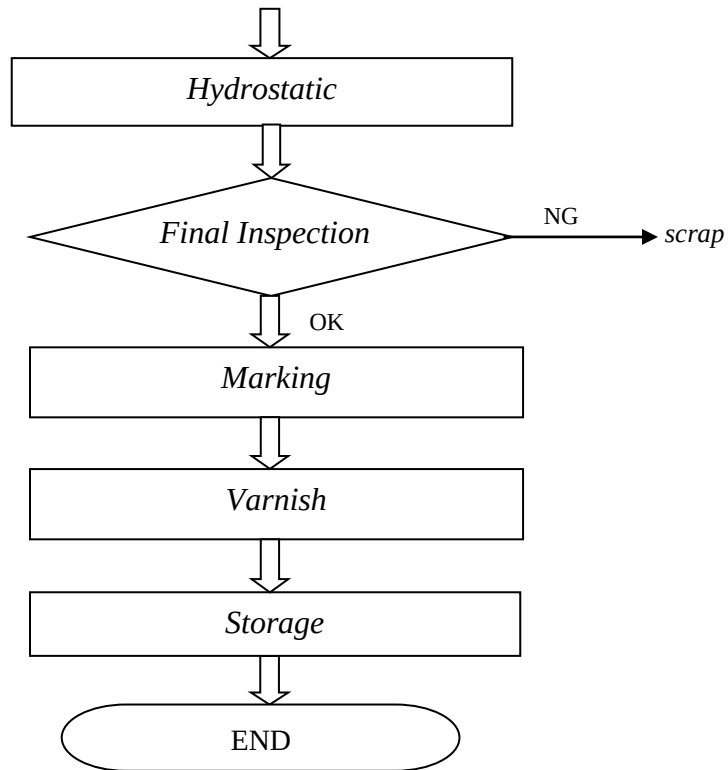




Gambar.4.8. Diagram alir pembuatan pipa API Spec 5L kebulatan 325 mm.
(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Lanjut ...



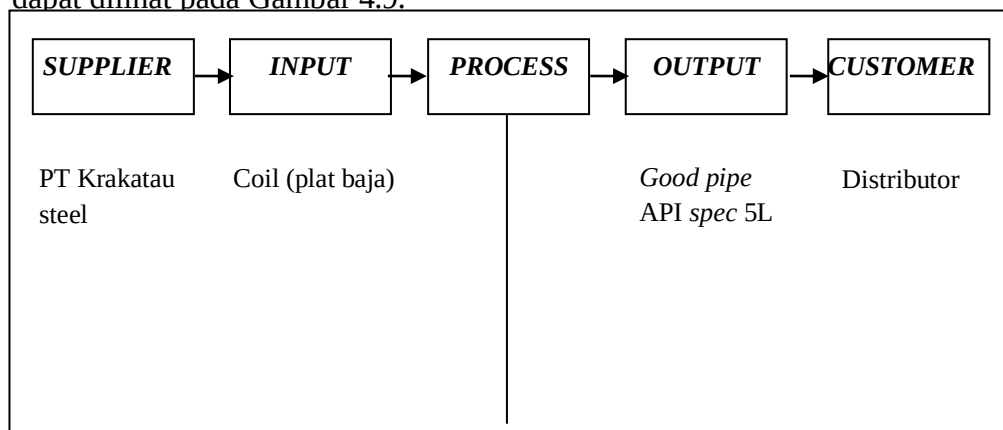


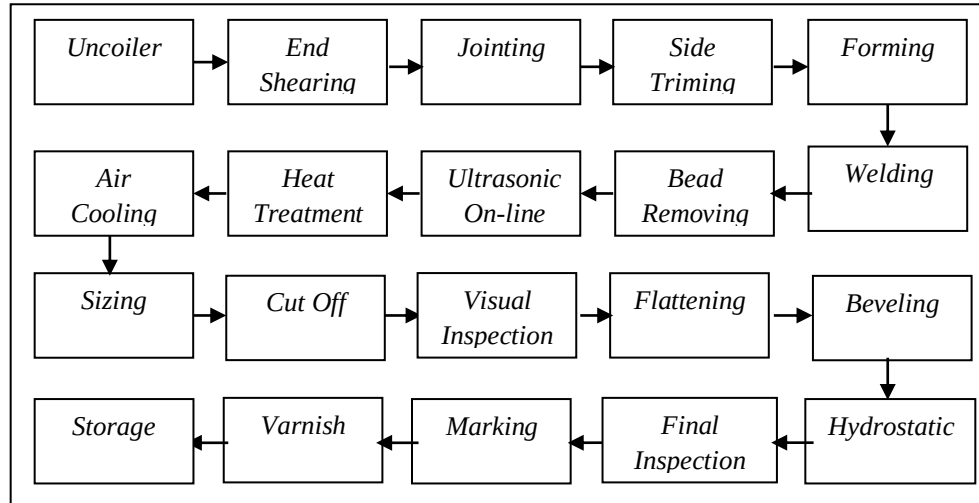
Gambar.4.8. Diagram alir pembuatan pipa API Spec 5L kebulatan 325 mm.
(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan diagram alir diatas, dapat dilihat bahwa proses yang menjadi bagian dari penelitian adalah proses *forming*. Proses *forming* merupakan proses pembentukan pipa, dimana plat baja yang berbentuk lembaran diubah bentuknya menjadi bulat. Pada proses tersebut ditemukan masalah pada produk yang dihasilkan.

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

Diagram SIPOC merupakan alat yang berguna dalam peningkatan proses untuk mendefinisikan proses kunci beserta pelanggan dalam proyek peningkatan kualitas. Pembuatan diagram SIPOC untuk proses pembuatan pipa API Spec 5L dapat dilihat pada Gambar 4.9.





Gambar.4.9. Diagram SIPOC proses pembuatan pipa API Spec 5L
(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Gambar 4.9, berikut ini adalah uraian mengenai yang terdapat dalam gambar tersebut, yaitu:

a. *Supplier*

Supplier pada proses pembuatan pipa API Spec 5L adalah PT Krakatau Steel.

b. *Inputs*

Material yang digunakan untuk produk pipa API Spec 5L adalah coil atau plat baja yang berbentuk lembaran. Tentunya bahan baku yang digunakan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh PT Bakrie Pipe Industries.

c. *Process*

Proses pembuatan atau produksi pipa API Spec 5L yaitu proses pelurusan coil atau plat yang sebelumnya berbentuk gulungan (*uncoiler*), pemotongan ujung lidah coil atau plat (*end shearing*), penyambungan ujung pipa yang satu dengan yang berikutnya (*jointing*), pemotongan pinggiran plat agar sesuai lebar yang diinginkan (*side trimming*), pembentukan pipa (*forming*), pengelasan (*welding*), *bead removing*, pemeriksaan awal (*ultrasonic on-line*), *heat treatment*, pendinginan dengan menyemprotkan air (*air cooling*),

pengukuran (*sizing*), pemotongan (*cut off*), *beveling*, pengujian pipa (*testing pipe*), pemberian tanda (*marking*) dan pelapisan pipa (*varnish*).

d. *Output*

Output produk pipa API Spec 5L adalah produk pipa API Spec 5L dengan kebulatan 325mm bebas dari cacat, yaitu tidak ada *open weld*, *outer/inner*, *missalignment* dan *roundness* yang ukurannya sudah sesuai dengan spesifikasi.

e. *Customer*

Customer dari proses pembuatan produk pipa API Spec 5L adalah distributor seperti Pertamina dimana nanti akan dikirim sesuai dengan permintaan konsumen.

4. Pernyataan Tujuan dan Masalah Six Sigma

a. Pernyataan Masalah

Banyaknya produk cacat yang dinyatakan *defect* setelah dilakukan pengecekan oleh tim *Quality Control*. Permasalahan yang kini terjadi pada KT-24 produk pipa API Spec 5L dengan kebulatan (*roundness*) 325 mm PT Bakrie Pipe Industries. Jenis *defect* yang terdapat pada pembuatan produk pipa API Spec 5L adalah *open weld*, *outer/inner*, *missalignment* dan *roundness* yang tidak sesuai spesifikasi yang telah ditentukan. Jenis cacat ini menyebabkan kualitas produk menurun. Adanya cacat mengakibatkan kerugian bagi perusahaan, karena perusahaan kehilangan biaya akibat komponen yang harus dibuang tersebut. Selain itu, target produksi yang harus diselesaikan terkadang tidak tercapai. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan upaya-upaya peningkatan kualitas untuk meminimalisir jumlah cacat pada pembuatan produk pipa API Spec 5L sehingga produk yang dihasilkan adalah produk dengan kualitas terbaik.

b. Pernyataan Tujuan

Berdasarkan pada permasalahan yang ada, PT Bakrie Pipe Industries perlu melakukan peningkatan kualitas produk yang dihasilkan dengan mengurangi jumlah cacat pada produk yang dihasilkan. Tujuan tersebut dapat diwujudkan

melalui *six sigma* dengan metode DMAIC. Pada akhirnya diharapkan segala cacat yang ada diproduksi pipa API Spec 5L dengan kebulatan 325 mm dapat tereliminasi.

4.2.2 Tahap *Measure*

Measure merupakan tahap kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini aktivitas yang dilakukan adalah menentukan karakteristik kunci yang penting bagi kualitas atau *critical to quality* (CTQ) potensial. Membuat Uji kenormalan data, peta kendali $\bar{X}$, dan menghitung Level *Sigma* yang telah dicapai perusahaan saat ini.

1. Menentukan CTQ (*Critical To Quality*)

Pada saat menentukan CTQ ditetapkan berdasarkan dengan suara pelanggan (*Voice of customer*). Suara pelanggan merupakan kebutuhan dan ekspektasi dari pelanggan, baik pelanggan internal maupun pelanggan eksternal. Terdapat berbagai cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan suara pelanggan tersebut, yaitu dengan melakukan wawancara maupun penyebaran kuesioner. Akan tetapi dalam pelaksanaan yang dilakukan adalah dengan cara wawancara terhadap pihak perusahaan mengenai kebutuhan spesifik dari pelanggan. Berikut ini kebutuhan spesifik dari pelanggan, yaitu :

- a. Ukuran kebulatan pipa tidak melebihi batas spesifikasi yang telah ditentukan oleh perusahaan.
- b. Hasil pengelasan bagus.
- c. Permukaan pipa yang rata dan halus atau yang dimaksud tidak terdapat goresan pada permukaan pipa.

Setelah kebutuhan spesifik dari pelanggan diketahui maka akan didefinisikan melalui karakteristik kualitas, dan selanjutnya akan menjadi CTQ (*critical to quality*) dapat dilihat pada Tabel 4.9 di bawah ini.

Tabel 4.9 Karakteristik Kualitas Produk Berdasarkan Keinginan Pelanggan

Karakteristik Kualitas	Kriteria Cacat
------------------------	----------------

Ukuran kebulatan pipa tidak melebihi batas spesifikasi	Terjadinya cacat <i>roundness</i> yaitu ukuran kebulatan (<i>roundness</i>) yang tidak sesuai spesifikasi perusahaan.
Hasil pengelasan bagus	Terjadinya hasil lasan yang terbuka (<i>open weld</i>), sehingga dapat mempengaruhi terhadap kualitas produk yang dihasilkan.
Permukaan pipa rata dan halus	Terjadinya cacat gores dan tumpah tindih pada plat baja yang satu dengan lain.

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

2. Perhitungan $\bar{X}$ dan $\bar{R}$

Setelah didapatkan sampel produk pipa API Spec 5L dengan kebulatan (*Roundness*) 325 mm, kemudian dicari nilai rata-rata serta nilai *range* dari masing-masing sub grup.

1) Menghitung $\bar{X}$ dan $\bar{X}$

Sampel 1 :

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

$$\bar{X} = \frac{7,6}{5}$$

$$\bar{X} = 1,52$$

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_k}{k}$$

$$\bar{X} = \frac{43,3}{25}$$

$$\bar{X} = 1,73$$

2) Menghitung R dan $\bar{R}$

Sampel 1 :

$$R = X_{\text{maks}} - X_{\text{min}}$$

$$R = 1,9 - 1,2$$

$$R = 0,7$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m}$$

$$\bar{R} = \frac{33,2}{25}$$

$$\bar{R} = 1,32$$

Tabel 4.10. Rekapitulasi penentuan $\bar{X}$ dan $\bar{R}$

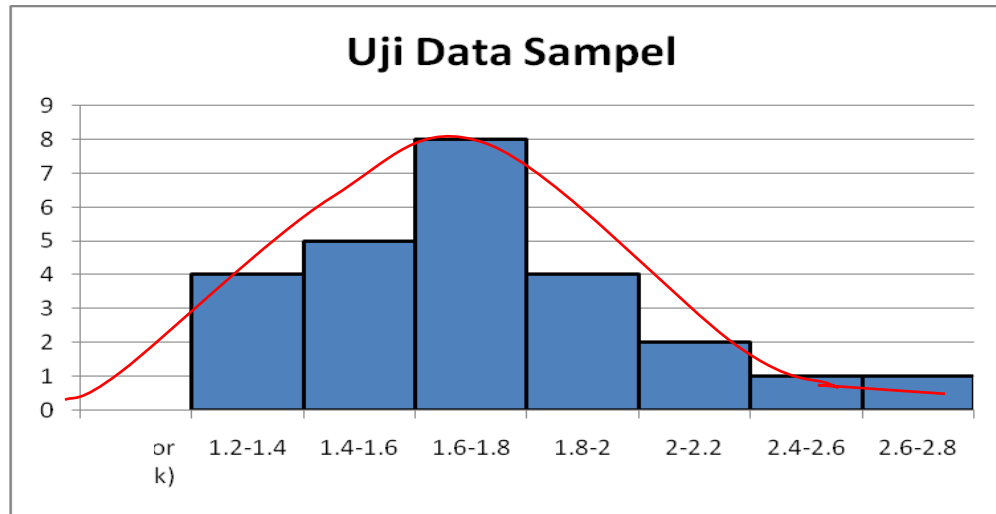
Hari Ke-	Sampel (mm)					Jumlah	$\bar{X}$	R
	X1	X2	X3	X4	X5			
1	1.1	1	0.8	2	1.8	6.7	1.34	1.2

2	2.2	1.9	2.5	1.6	1.2	9.6	1.92	1.3
3	2.4	1.7	0.8	1	1.8	8.2	1.64	1.6
4	1.5	2	2.4	1.3	0.7	6.8	1.36	1.7
5	2	1.5	1	2.2	1.8	9.2	1.84	1.2
6	1.3	2	1.8	1.9	1.9	8.9	1.78	0.7
7	1.7	1.6	1.5	0.7	2	7.5	1.5	0.8
8	2	0.7	1.9	1.5	2	8.7	1.74	1.3
9	2	1.6	0.7	1.2	1.5	7	1.4	1.3
10	2.2	0.9	2.1	2.3	2.2	10	2	1.4
11	3.8	1.8	2.2	2.6	2.3	12.7	2.54	2
12	1.7	3	2.5	3.9	2.3	13.4	2.68	2.2
13	1.8	1.7	2	0.8	2.4	8.5	1.7	1.6
14	2.1	0.9	1.3	2.2	1.9	8.2	1.64	1.3
15	1.7	1	1.3	1.2	1.1	6.3	1.26	0.7
16	2.1	1.8	1.5	2.5	2	10.1	2.02	1
17	1.3	1.6	1.2	2.1	0.8	7	1.4	1.3
18	1.9	2	1.2	2.1	1.6	8.9	1.78	0.9
19	2	0.5	1.5	1.8	1.6	8.7	1.74	1.5
20	2.1	0.8	2.2	2	1.9	9	1.8	1.4
21	2.2	1	1.3	1.6	1	7.1	1.42	1.2
22	2.1	0.8	1.4	0.7	1.6	6.6	1.32	1.4
23	0.7	2	2.4	1.8	1.9	8.3	1.66	1.7
24	1.4	1.8	2.5	1.7	2	9.5	1.89	1.1
25	1.8	1.7	2	0.9	1.1	7.5	1.5	1.1
Rata-rata						8.66	1.73	1.32

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

3. Pembuatan Histogram

Data yang normal memiliki kekhasan seperti mean, median dan modusnya memiliki nilai yang sama. Salah satu untuk mengetahui data tersebut normal maka digunakan histogram. Histogram memberikan petunjuk mengenai karakteristik populasi asal dari mana sampel tersebut. Histogram digunakan untuk melihat penyebaran dari suatu populasi (kumpulan) data dan melihat data-data tersebut memenuhi standar dari batas pengendalian yang telah ditentukan. Berikut ini adalah grafik histogram data kebulatan (*Roundness*) pipa 325 mm dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar.4.10. Grafik Histogram Data Kebulatan pipa 325mm
(Sumber : Hasil pengolahan data)

Berdasarkan gambar di atas bahwa secara grafik menggambarkan frekuensi atau jumlah observasi dari data sampel pengukuran kebulatan pipa 325mm adalah normal. Karena data sampel terlihat tersebar rata, maka data tersebut dapat dikatakan normal dan pengolahan data selanjutnya dapat dilanjutkan.

4. Peta Kendali

Peta kendali digunakan untuk menguji data yang keluar dari batas *control* serta untuk menentukan apakah suatu proses berada dalam pengendalian statistik. Oleh sebab itu, peta kendali yang sesuai untuk digunakan pada penelitian ini adalah peta kendali untuk data variabel, yaitu peta kendali $\bar{X}$ dan R. Karena cacat *roundness* merupakan cacat akibat dari ukuran kebulatan (*roundness*) yang tidak berada dalam batas spesifikasi atau melebihi batas spesifikasi pada saat proses pembentukan pipa. Adapun batas spesifikasi data kebulatan (*Roundness*) adalah spesifikasi atas (USL) = 2.2 mm dan spesifikasi bawah (LSL) = 0 mm. Berikut ini adalah perhitungan *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL). Untuk menentukan batas-batas pengendali untuk peta pengendali rata-rata ($\bar{X}$ -chart) dan *range* (R-chart) adalah sebagai berikut.

$$UCL \bar{X} = \bar{\bar{X}} + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \text{ dan } LCL \bar{X} = \bar{\bar{X}} - \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$UCL R = D4 \cdot \bar{R} \text{ dan } LCL R = D3 \cdot \bar{R}$$

Adapun harga A2, D3, D4, dan d₂ dari tabel A dan D pembentuk peta kendali untuk ukuran sub grup = 5 adalah A₂ = 0,58 ; D₃ = 0 ; D₄ = 2,11 ; d₂ = 2,326.

Dari nilai R dan d₂ dapat diperoleh nilai *sigma*. Perhitungannya sebagai berikut :

$$S = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{1,32}{2,326} = 0,567$$

Maka batas kontrol peta kendali $\bar{X}$ kebulatan (*roundness*) pipa API Spec 5L adalah:

$$UCL \bar{x} = \bar{\bar{x}} + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = 1,73 + \frac{3 \times 0,567}{\sqrt{5}} = 2,49$$

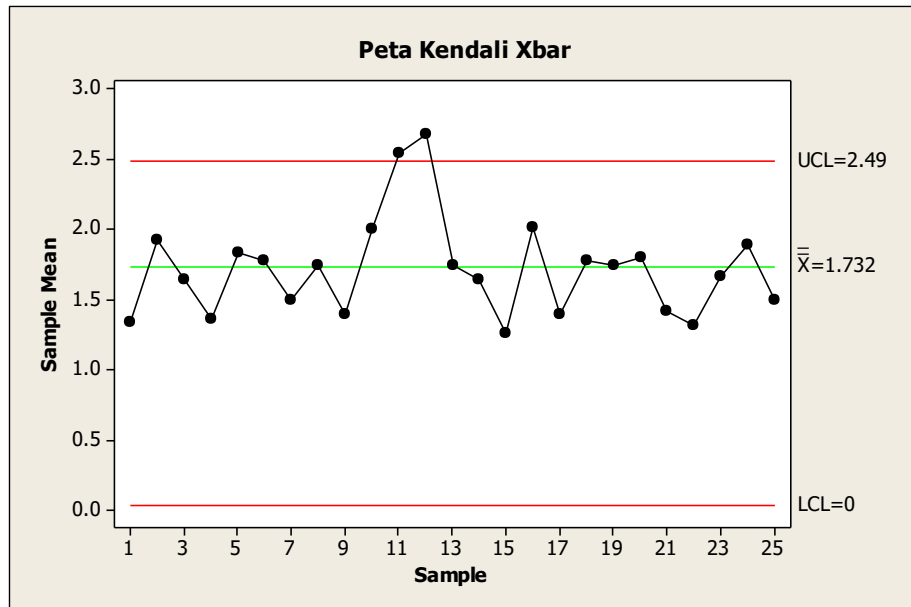
$$LCL \bar{x} = 0$$

Sedangkan batas kontrol peta R untuk kebulatan (*roundness*) pipa API Spec 5L adalah :

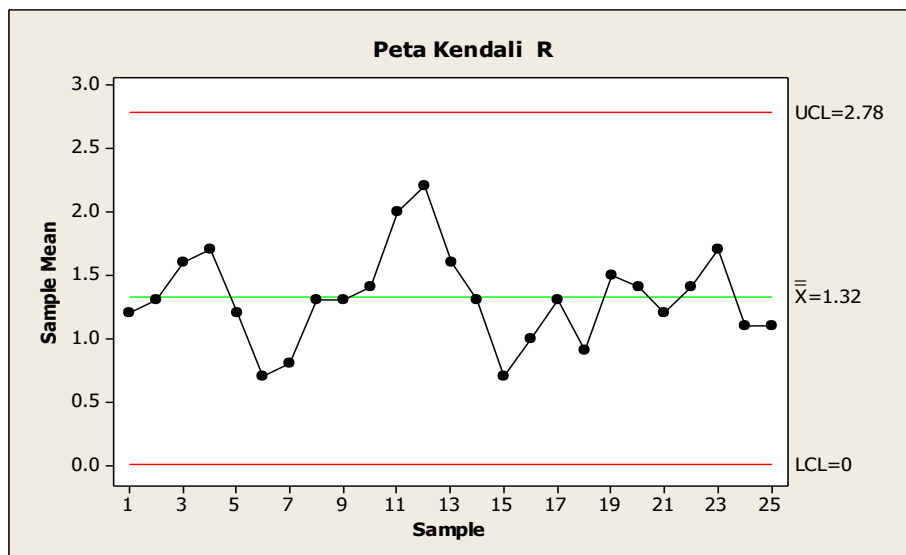
$$UCL R = D4 \cdot \bar{R} = 2,11 \times 1,32 = 2,78$$

$$LCL R = D3 \cdot \bar{R} = 0 \times 1,32 = 0$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai batas kontrol atas dan batas kontrol bawah dapat digambarkan peta kendali $\bar{X}$ dan R untuk data kebulatan (*roundness*) pipa API Spec 5L ukuran 325 mm pada proses *forming*. Peta kendali $\bar{X}$ dan $\bar{R}$ dapat dilihat pada Gambar 4.11 dan 4.12 adalah sebagai berikut.



Gambar 4.11.Peta kendali $\bar{X}$
 (Sumber : Hasil pengolahan data)



Gambar 4.12.Peta kendali R
 (Sumber : Hasil pengolahan data)

Dari hasil gambar peta kontrol di atas, untuk data kebulatan (*roundness*) 325 mm pipa API Spec 5L pada proses *forming* masih terdapat data yang keluar dari batas kendali atas sebanyak dua titik yang terjadi pada peta kendali $\bar{X}$ yaitu pada sampel

ke 11 dan 12. Sehingga data yang keluar dari batas kendali perlu dilakukan revisi.

Adapun revisi perbaikan tersebut sebagai berikut.

a. Penentuan $\bar{\bar{X}}$ dan $\bar{R}$ setelah direvisi

Tabel 4.11 Penentuan $\bar{\bar{X}}$ dan $\bar{R}$ setelah Revisi

Hari Ke-	Sampel (mm)					Jumlah	$\bar{X}$	R
	X1	X2	X3	X4	X5			
1	1.1	1	0.8	2	1.8	6.7	1.34	1.2
2	2.2	1.9	2.5	1.6	1.2	9.6	1.92	1.3
3	2.4	1.7	0.8	1	1.8	8.2	1.64	1.6
4	1.5	2	2.4	1.3	0.7	6.8	1.36	1.7
5	2	1.5	1	2.2	1.8	9.2	1.84	1.2
6	1.3	2	1.8	1.9	1.9	8.9	1.78	0.7
7	1.7	1.6	1.5	0.7	2	7.5	1.5	0.8
8	2	0.7	1.9	1.5	2	8.7	1.74	1.3
9	2	1.6	0.7	1.2	1.5	7	1.4	1.3
10	2.2	0.9	2.1	2.3	2.2	10	2	1.4
11	1.8	1.7	2	0.8	2.4	8.5	1.7	1.6
12	2.1	0.9	1.3	2.2	1.9	8.2	1.64	1.3
13	1.7	1	1.3	1.2	1.1	6.3	1.26	0.7
14	2.1	1.8	1.5	2.5	2	10.1	2.02	1
15	1.3	1.6	1.2	2.1	0.8	7	1.4	1.3
16	1.9	2	1.2	2.1	1.6	8.9	1.78	0.9
17	2	0.5	1.5	1.8	1.6	8.7	1.74	1.5
18	2.1	0.8	2.2	2	1.9	9	1.8	1.4
19	2.2	1	1.3	1.6	1	7.1	1.42	1.2
20	2.1	0.8	1.4	0.7	1.6	6.6	1.32	1.4
21	0.7	2	2.4	1.8	1.9	8.3	1.66	1.7
22	1.4	1.8	2.5	1.7	2	9.5	1.89	1.1
23	1.8	1.7	2	0.9	1.1	7.5	1.5	1.1
Rata-rata						8.25	1.65	1.26

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

b. Peta kendali setelah direvisi

$$A_2 = 0,58 ; D_3 = 0 ; D_4 = 2,11 ; d_2 = 2,326$$

Dari nilai R dan d_2 dapat diperoleh nilai *sigma*. Perhitungannya sebagai berikut.

$$S = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{1,26}{2,326} = 0,541$$

Maka batas kontrol peta kendali $\bar{X}$ kebulatan (*roundness*) pipa API Spec 5L adalah:

$$UCL \bar{x} = \bar{x} + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = 1,65 + \frac{3 \times 0,541}{\sqrt{5}} = 2,37$$

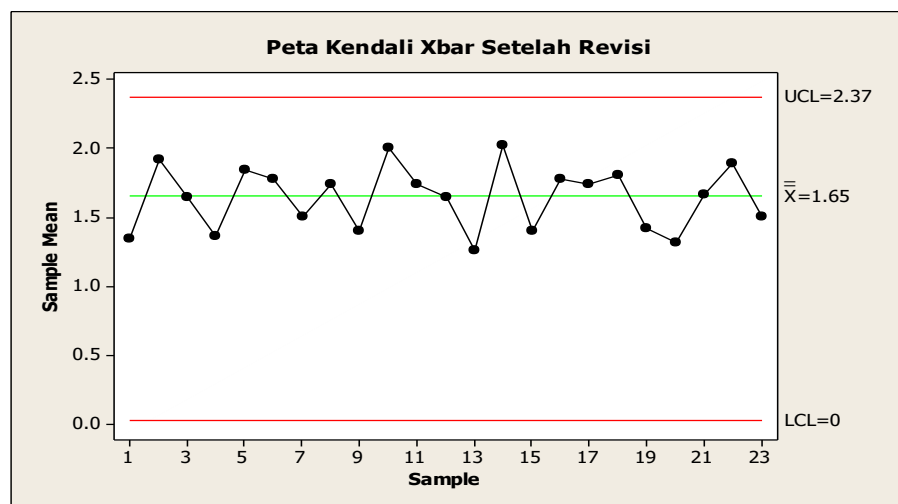
$$LCL \bar{x} = 0$$

Sedangkan batas kontrol peta R untuk kebulatan (*roundness*) pipa API Spec 5L adalah:

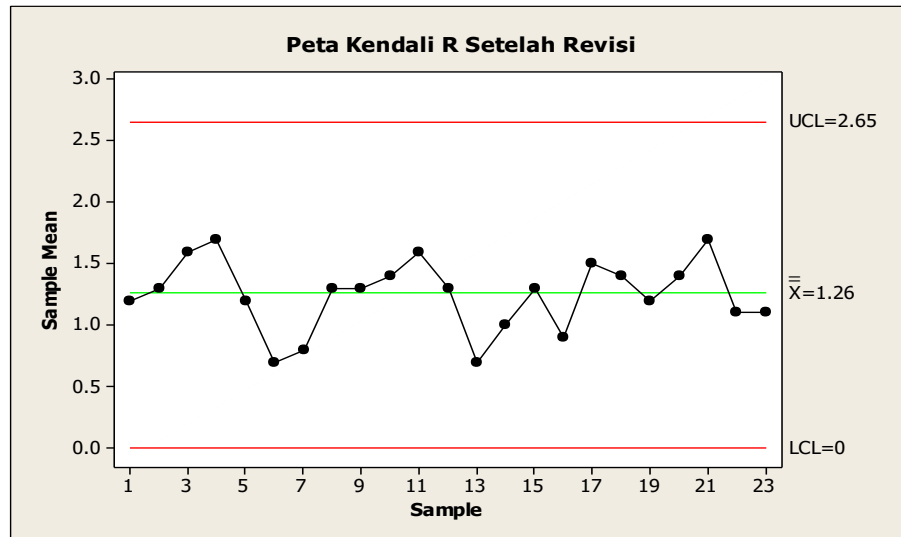
$$UCL R = D4 \cdot \bar{R} = 2,11 \times 1,26 = 2,65$$

$$LCL R = D3 \cdot \bar{R} = 0 \times 1,26 = 0$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai batas kontrol atas dan batas kontrol bawah dapat digambarkan peta kendali $\bar{X}$ dan R untuk data kebulatan (*roundness*) 325 mm pipa API Spec 5L pada proses *forming*. Peta kendali $\bar{X}$ dan $\bar{R}$ dapat dilihat pada Gambar 4.13. dan 4.13 adalah sebagai berikut.



Gambar 4.13. Peta kendali $\bar{X}$ revisi
(Sumber : Hasil pengolahan data)



Gambar 4.14. Peta kendali R revisi

Hasil dari revisi peta kendali di atas, untuk data kebulatan (*roundness*) pipa API Spec 5L pada proses *forming* sudah tidak ada yang keluar dari batas-batas pengendalian. Sehingga tidak perlu dilakukan revisi kembali.

5. Penentuan Kapabilitas Proses (*Process Capability*)

Kapabilitas proses menunjukkan rentang suatu variasi dari suatu proses atau suatu besaran yang menunjukkan kemampuan dari suatu peralatan produksi untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi. Kemampuan proses menunjukkan sampai seberapa jauh suatu proses mampu memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Adapun kriteria penilaian kapabilitas proses sebagai berikut.

Kriteria penilaian :

- Jika $C_p > 1.00$, maka *process capability* sangat baik.
- Jika $C_p = 1.00$, maka *process capability* baik, namun perlu pengendalian ketat apabila C_p mendekati 1,00.
- Jika $C_p < 1,00$, maka *process capability* rendah, sehingga perlu ditingkatkan kinerjanya melalui peningkatan proses itu.

Adapun spesifikasi kebulatan (*roundness*) pipa yang ditetapkan oleh perusahaan untuk kebulatan (*roundness*) 325 mm pipa API Spec 5L pada proses *forming*

adalah USL = 2,2 mm dan LSL = 0 mm. Berikut perhitungan kapabilitas proses untuk kebulatan (*roundness*) 325 mm pipa API Spec 5L.

$$S = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{1,26}{2,326} = 0,541$$

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{2,2 - 0}{6(0,541)} = 0,68$$

Nilai Cp = 0,68 ternyata kurang dari 1, hal ini menunjukkan bahwa kapabilitas proses untuk memenuhi spesifikasi yang ditentukan rendah.

6. Level Sigma

Untuk melakukan pengukuran level sigma digunakan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Menentukan proses apa yang diukur.

Proses yang akan diukur adalah kebulatan (*roundness*) pipa. Menentukan USL (*Upper Spesification Limit*) dan LSL (*Lower Spesification Limit*). Untuk USL dan LSL dari kebulatan (*roundness*) pipa pada proses pembuatan pipa pada KT-24 sudah ditentukan oleh perusahaan yaitu Spesifikasi kebulatan (*roundness*) pipa API Spec 5L pada proses *forming* adalah spesifikasi batas atas (USL) = 2,2 mm dan spesifikasi batas bawah (LSL) = 0 mm.

- b. Menentukan nilai rata-rata proses.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{X}_i}{n} = \frac{38,12}{23} = 1,65$$

- c. Menentukan standar deviasi dari proses.

$$S = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{1,26}{2,326} = 0,541$$

- d. Menghitung kemungkinan cacat yang berada di atas nilai USL persatu juta kesempatan (DPMO).

$$DPMO\ USL = P [z \geq (USL - \bar{X}) / \sigma_0] \times 1.000.000$$

$$DPMO\ USL = P [z \geq (2,2 - 1,65) / 0,541] \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO USL} = [1 - P(z \leq 1,02)] \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO USL} = [1 - 0,8461] \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO USL} = 0,1539 \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO USL} = 153.900$$

- e. Menghitung kemungkinan cacat yang berada di bawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO).

$$\text{DPMO LSL} = 0$$

- f. Menghitung cacat per satu juta kesempatan.

$$\text{DPMO Total} = \text{DPMO USL} + \text{DPMO LSL}$$

$$\text{DPMO Total} = 153.900 + 0$$

$$\text{DPMO Total} = 153.900$$

- g. Mengkonversikan nilai DPMO ke dalam nilai sigma dengan menggunakan tabel sigma pada lampiran.

Dengan menggunakan tabel konversi DPMO ke nilai sigma, diketahui bahwa dengan nilai DPMO sebesar 153.900 terdapat pada level sigma 2,52 dan 2,51. Level sigma 2,52 = 153.864 dan 2,51 = 156.248, adapun perhitungan interpolasinya sebagai berikut.

$$\frac{156.248 - 153.900}{153.900 - 153.864} = \frac{2,51 - x}{x - 2,52}$$

$$\frac{2348}{36} = \frac{2,51 - x}{x - 2,52}$$

$$2348(x - 2,52) = 36(2,51 - x)$$

$$2348x - 5916,96 = 90,36 - 36x$$

$$2348x + 36x = 90,36 + 5916,96$$

$$2384x = 6007,32$$

$$x = 2,52$$

Dari hasil perhitungan didapat Level *Sigma* perusahaan untuk pembuatan pipa API Spec 5L pada saat ini berada pada level 2,52.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengolahan data dengan menggunakan tahap *define* dan *measure* di bab IV, selanjutnya di bab ini akan di uraikan mengenai analisis dan pembahasan yang dilakukan dalam tiga fase atau tahapan yaitu tahap *analyze* (analisis), *improve* (perbaikan) dan *control* (pengendalian), untuk melanjutkan dua tahap sebelumnya.

5.1 Tahap *Analyze*

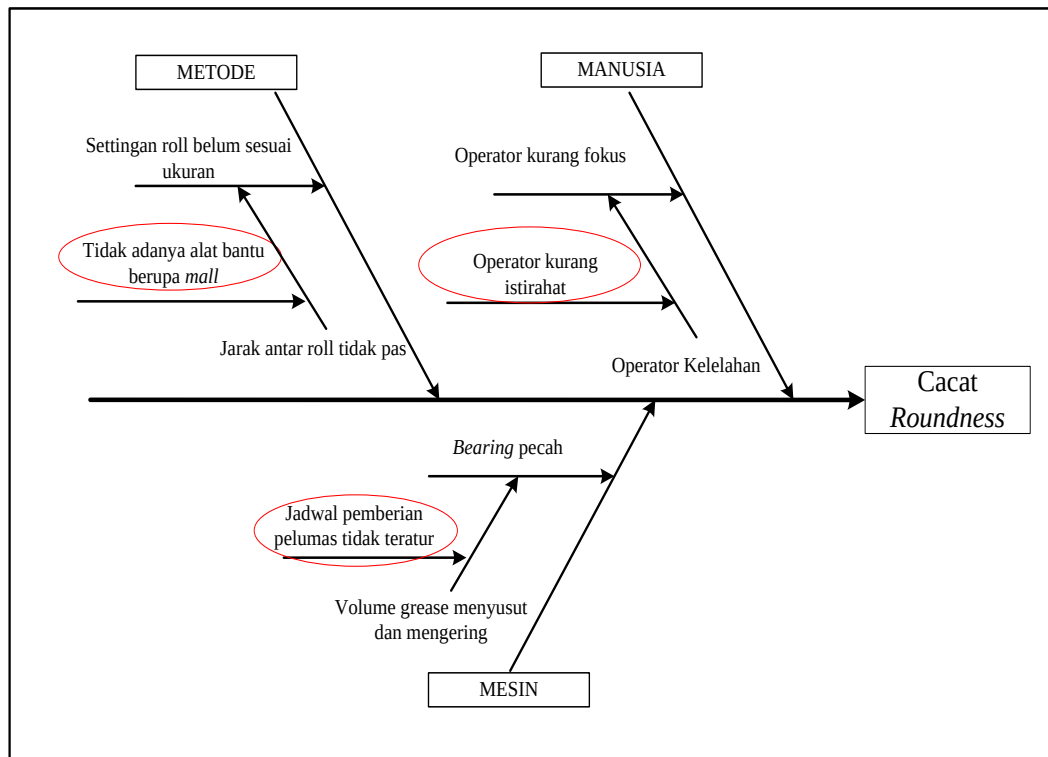
Tahap *Analyze* adalah tahap selanjutnya setelah tahap mengukur (*measure*). Pada tahap ini dilakukan analisis dan identifikasi mengenai sebab-sebab utama timbulnya permasalahan, sehingga pada akhirnya akan diketahui tindakan penanggulangan penyebab utama.

Tools yang digunakan dalam tahap ini untuk menganalisis penyebab dari cacat yang dihasilkan adalah diagram tulang ikan (*fishbone diagram*) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil akhir yang ingin diperoleh yaitu informasi atau pernyataan mengenai akar penyebab terjadinya cacat tertinggi yang selanjutnya akan diperbaiki.

5.1.1 Pembuatan Diagram *Fishbone*

Berdasarkan pembuatan diagram pareto penentuan CTQ pada Gambar 4.10, diperoleh cacat tertinggi yaitu cacat *roundness*. Karena cacat ini berpengaruh terhadap nilai sigma, maka harus diketahui beberapa prioritas masalahnya. Untuk

mengetahui akar penyebab terjadinya cacat pada pipa baja API Spec 5L, digunakan diagram *fishbone* yang terlebih dahulu melalui *brainstorming* dengan pihak perusahaan. Pada umumnya dalam pembuatan diagram *fishbone*, penyebab dapat dilihat dari lima aspek yaitu manusia, mesin, material, metode, mesin, dan lingkungan. Tetapi berdasarkan hasil *brainstorming* terhadap prioritas masalah yang akan diperbaiki, tidak ditemukan keseluruhan aspek. Berikut ini adalah analisis dan gambar diagram *fishbone* cacat *roundness*. Pembuatan diagram *fishbone* ini didasarkan pada hasil *brainstorming* sehingga didapatkan masalah cacat *roundness* pada pipa API Spec 5L. Gambar diagram *fishbone* untuk cacat *roundness* dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Diagram Sebab Akibat Cacat *Roundness*

(Sumber : Hasil *Brainstorming*)

Berdasarkan diagram sebab-akibat pada Gambar 5.1, maka dapat dianalisis penyebab terjadinya cacat *roundness* sebagai berikut :

1. Manusia

Operator kurang fokus dalam bekerja, hal ini disebabkan karena kurangnya istirahat sehingga merasa kelelahan.

2. Mesin

Bearing pecah, disebabkan karena jadwal pemberian pelumas tidak teratur. sehingga volume *grease* menyusut dan mengering.

3. Metode

Settingan antar roll belum sesuai ukuran, disebabkan karena tidak adanya alat bantu berupa *mall*. Hal ini membuat jarak antar roll tidak pas.

5.1.2 Pembuatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Pada tahap ini dibuat *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) berdasarkan atas modus kegagalan, efek kegagalan, dan penyebab potensial dari masing-masing karakteristik kualitas. Pembuatan FMEA akan membantu perencanaan perbaikan kualitas dengan mengidentifikasi faktor-faktor proses yang kritis. Untuk menentukan prioritas perbaikan maka perlu menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) yang didapat dengan menentukan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection*. Akibat yang ditimbulkan dari potensi kegagalan yang ada pada proses *forming* terdapat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Penyebab, Modus, dan Efek kegagalan Cacat *roundness*

Potensi Kegagalan	Akibat Potensi Kegagalan	Penyebab Kegagalan
Cacat <i>roundness</i>	Ukuran <i>roundness</i> tidak sesuai standar	Operator kurang istirahat
		Tidak adanya alat

		bantu berupa <i>mall</i>
		Jadwal pemberian pelumas tidak teratur

(Sumber: Hasil pengolahan data)

1. Menentukan nilai *severity*

Severity adalah pernyataan yang serius mengenai efek potensial dari jenis kegagalan. Meliputi skala 1 sampai 10, dimana angka 1 menyatakan bahwa efek potensial kegagalan tidak terlalu berpengaruh atau dapat diabaikan. Sedangkan angka 10 menyatakan bahwa efek potensial kegagalan sangat serius dan harus segera dilakukan perbaikan. Setelah mengadakan *brainstorming* dengan pihak *quality control* dan *improvement* terkait dengan analisis menggunakan FMEA untuk menentukan nilai *severity* pada PT Bakrie Pipe Industries. Adapun nilai *severity* yang diperoleh pada Tabel 5.2. sebagai berikut.

Tabel 5.2. Penentuan Skala *Rating Severity*

Proses	Potensi Kegagalan	Akibat Potensi Kegagalan	Severity
<i>Forming</i>	Cacat <i>roundness</i>	Ukuran <i>roundness</i> tidak sesuai standar	6

(Sumber: Hasil pengolahan data dan *Brainstorming*)

Berikut ini adalah penjelasan dari penentuan nilai skala *severity* diatas adalah sebagai berikut :

- Potensi kegagalan cacat *roundness* mengakibatkan produk yang dihasilkan memiliki ukuran *roundness* tidak masuk standar yang telah ditentukan perusahaan dengan nilai *severity* sebesar 6. Karena cukup berpengaruh pada proses produksi berlangsung dan produk dapat disortir apabila pada bagian lainnya masih dalam keadaan baik selain itu dibuang.

2. Menentukan Nilai *Occurance*

Occurrence adalah ukuran yang menunjukkan seberapa sering penyebab potensial terjadi. Nilai *occurrence* dapat ditentukan berdasarkan jumlah NG atau angka Ppk (*Performance Index*, yaitu angka yang diperoleh dari perhitungan statistik yang menunjukkan *performance* atau *capability* suatu proses dalam menghasilkan produk sesuai spesifikasi). Pada FMEA yang dibuat ini, penentuan *occurrence* berdasarkan tingkat kegagalan atau jumlah cacat dibagi jumlah produksi. Adapun nilai *occurrence* untuk setiap jenis NG berdasarkan tingkat kegagalan ditunjukkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Penentuan Skala *Rating Occurance*

Akibat potensi kegagalan	Penyebab Kegagalan	Tingkat kegagalan	Nilai <i>occurance</i>
Ukuran <i>roundness</i> tidak sesuai standar	Operator kurang istirahat	148/1.250 batang = 0,1184	9
	Tidak adanya alat bantu berupa <i>mall</i>		
	Jadwal pemberian pelumas tidak teratur		

(Sumber: Hasil pengolahan data dan *Brainstorming*)

3. Menentukan Nilai *Detection*

Detection adalah peringkat yang menunjukkan seberapa telitinya alat deteksi yang digunakan. Penentuan nilai *detection* diperoleh dari hasil *brainstorming* dan berdasarkan Tabel FMEA perusahaan dengan kriteria penilaian *detection* yang disesuaikan dengan hasil identifikasi pengendalian proses. Setelah mengadakan *brainstorming* dengan pihak-pihak terkait dengan FMEA pada PT Bakrie Pipe Industries untuk menentukan nilai *detection*-nya. Adapun nilai *detection* yang didapat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Penentuan Nilai *Detection*

Akibat potensi kegagalan	Penyebab kegagalan proses	Kontrol yang dilakukan saat ini	Alasan	<i>Detection</i>
Ukuran <i>roundness</i> tidak sesuai standar	Operator kurang istirahat	Pengawasan kerja	Mungkin terdeteksi	5
	Tidak adanya alat bantu berupa <i>mall</i>	Visual mata	Kemungkinan kecil terdeteksi	6
	Jadwal pemberian pelumas tidak teratur	Visual mata	Mungkin terdeteksi	6

(Sumber: Hasil pengolahan data dan *Brainstorming*)

4. Menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN)

Setelah diketahui nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* untuk setiap *potensial failure mode* selanjutnya menghitung nilai RPN. RPN merupakan angka yang menyatakan skala prioritas terhadap resiko kualitas yang digunakan untuk panduan melakukan rencana perbaikan. Nilai RPN diperoleh dari hasil perkalian dari $severity \times occurrence \times detection$. Angka RPN berkisar dari 1 sampai 1000, dimana semakin tinggi angka RPN, maka proses semakin beresiko untuk menghasilkan produk dengan spesifikasi yang diinginkan. Adapun tabel penilaian RPN untuk kegagalan proses pada proses *forming* pipa API Spec 5L pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Penentuan Nilai RPN

Proses	Potensi Kegagalan	Akibat Potensi Kegagalan	<i>Severity</i>	Penyebab kegagalan	<i>Occurance</i>	Kontrol yang dilakukan saat ini	<i>Detection</i>	RPN
--------	-------------------	--------------------------	-----------------	--------------------	------------------	---------------------------------	------------------	-----

Forming	Cacat roundness	Ukuran roundness tidak sesuai standar	6	Operator kurang istirahat	9	Pengawasan kerja	5	270
				Tidak adanya alat bantu berupa mall		Visual mata	6	324
				Jadwal pemberian pelumas tidak teratur		Visual mata	6	324

(Sumber: Hasil pengolahan data)

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa penyebab kegagalan yang memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) paling tinggi untuk jenis cacat *roundness* adalah penyebab belum adanya alat bantu berupa *mall* dan jadwal pemberian pelumas yang tidak teratur dengan nilai RPN sebesar 324. Dari penyebab – penyebab yang memiliki nilai RPN tertinggi tersebut maka akan dijadikan prioritas dari penanganan masalah pada tahap selanjutnya.

5.2 Tahap *Improve*

Pada tahap *Improve* atau tahap perbaikan ini dirancang untuk menentukan dan memberikan perbaikan berupa solusi-solusi atau tindakan untuk mengatasi permasalahan berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan sebelumnya, pada fase *analyze*. Pada tahap ini dilakukan dengan metode 5W+1H yang merupakan pengembangan rencana perbaikan dan peningkatan kualitas.

Berdasarkan hasil analisa pada tahap sebelumnya, perbaikan yang dilakukan adalah dengan memperbaiki akar penyebab kegagalan yang terjadi pada tahap analisis. Perbaikan 5W+1H untuk cacat *roundness* pipa API Spec 5L di KT-24 dalam Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Rencana Perbaikan Cacat *Roundness*

Faktor	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>How</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>
	Tujuan	Alasan kagunaan	Tempat	Tindakan	Waktu	Penanggung
Mesin	Pemberian pelumas secara teratur.	Agar volume <i>grease</i> tidak menyusut atau mengering sehingga <i>bearing</i> dalam keadaan baik dan proses produksi berjalan lancar	Proses <i>forming</i> (<i>Roll machine</i>)	Melakukan pemberian pelumas secara teratur yaitu 1x dalam seminggu dan mengecek kondisi <i>bearing</i> sebelum proses produksi	8 Februari 2016	Bpk. H.Azam (Kepala <i>improve</i>) dan Bagian <i>maintenance</i> pada proses <i>forming</i> .

Laniut ...

Tabel 5.6. Rencana Perbaikan Cacat *Roundness* Lanjutan ...

Faktor	<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>Where</i>	<i>How</i>	<i>When</i>	<i>Who</i>
	Tujuan	Alasan kagunaan	Tempat	Tindakan	Waktu	Penanggung

Metode	Membuat alat bantu berupa <i>mall</i> .	Agar jarak antar roll menjadi pas dengan ukuran pipa yang ingin diproduksi.	Proses <i>forming</i> (<i>roll machine</i>)	Membuat alat bantu berupa <i>mall</i> yang sudah sesuai dengan ukuran pipa yang ingin di produksi sehingga saat menyetting roll posisi roll- roll udah	25 Maret 2016	Bpk. H.Azam (Kepala <i>improve</i>), Bpk. Selamat (Manajer) dan Bpk. Taufik (<i>Supervisor</i>)
--------	---	---	---	---	---------------------	--

(Sumber: Hasil pengolahan data dan *brainstorming*)

Berdasarkan Tabel 5.6 rencana perbaikan 5W+1H terdapat penyebab yang mengakibatkan terjadinya cacat *roundness* pada proses *forming*, maka akan diuraikan tindakan perbaikan yang dilakukan pada PT Bakrie Pipe Industries sebagai berikut:

1. Melakukan pemberian pelumas secara teratur pada *bearing* sebelum proses produksi berjalan.

Bearing yang baik atau layak digunakan adalah *bearing* yang dalam keadaan tidak aus atau volume *grease* yang tidak mengering. Sehingga menyebabkan putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan mempunyai umur yang panjang. *Bearing* yang digunakan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika *bearing* tidak berfungsi dengan baik maka mesin tidak dapat bekerja secara semestinya. Dalam penggunaannya *bearing* dapat digunakan dengan umur yang panjang, jika pemeliharaannya teratur dan baik. Kendati begitu, keadaan saat itu adalah *bearing* diganti apabila timbul cacat pada pipa seperti khususnya cacat *roundness*. Untuk itu perlu ditetapkan melakukan

pemberian pelumas secara teratur yaitu 1x dalam seminggu dan mengecek kondisi *bearing* setiap memulai proses produksi untuk menghindari timbulnya cacat lebih banyak lagi. Contoh *bearing* dapat dilihat pada Gambar 5.2.



(a)



(b)



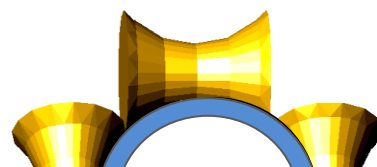
(c)

Gambar 5.2. (a) Kondisi *bearing* bagus. (b) *Bearing* aus. (c) *Bearing* pecah

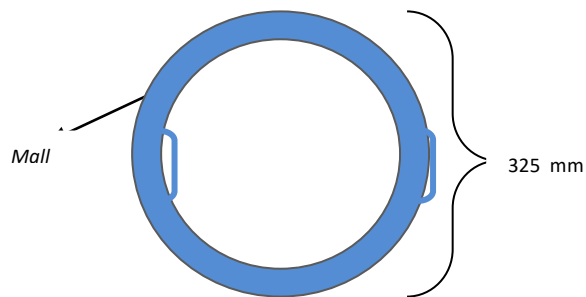
(Sumber: Hasil pengolahan data)

2. Membuat alat bantu berupa *mall* yang sudah sesuai dengan ukuran pipa yang ingin di produksi.

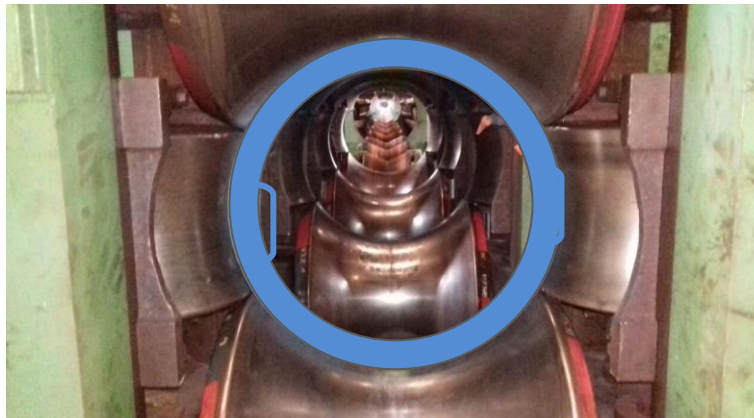
Penyettingan roll yang belum sesuai dengan ukuran dapat mempengaruhi ukuran dari pipa tersebut. Apabila *setting* roll belum sesuai dengan ukurannya maka menyebabkan ukuran *roundness* menjadi tidak sesuai standar . Untuk menghindari kondisi seperti ini, PT Bakrie Pipe Industries harus melakukan tindakan dengan membuat alat bantu ukur atau yang disebut dengan *mall* untuk membantu menyetting ukuran atau jarak antar roll sehingga dapat sesuai dengan ukuran pipa yang ingin diproduksi. *Mall* berguna untuk mengepaskan roll sesuai dengan ukuran *roundness* pipa sebelum proses produksi berlangsung dan



dapat mencegah adanya cacat *roundness*. Berikut ini gambar rancangan dan pemasangan *mall* pada mesin roll dapat dilihat pada Gambar 5.3 dan 5.4.



Gambar 5.3. Rancangan *mall*
(Sumber: Hasil pengolahan data)



Gambar 5.4. Pemasangan *mall* di mesin roll
(Sumber: Hasil pengolahan data)

5.3 Tahap *Control*

Tahap *control* merupakan tahap akhir dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Pada tahap ini, dilakukan pengontrolan terhadap hasil perbaikan yang dilakukan pada tahap *improve*. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah proses produksi setelah dilakukan implementasi perbaikan dapat menjadi lebih baik dan

terkendali secara statistik atau tidak. Karena itu perlu adanya pengontrolan terhadap kinerja proses setelah adanya upaya perbaikan seperti membuat peta kendali $\bar{X}$, merekap data kebulatan (*roundness*) pipa bulan Oktober 2015, melakukan pengontrolan terhadap pelaksanaan pekerjaan sesuai SOP yang sudah ada. Pemberian motivasi terhadap operator agar selalu memberikan hasil kerja sebaik mungkin agar hasilnya dapat optimal. Untuk tahap *control* ini, akan dibuat peta kendali $\bar{X}$ setelah perbaikan dan juga untuk mengetahui apakah nilai DPMO menurun dan level *Sigma* meningkat atau tidak setelah dilakukan perbaikan. Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah sebagai berikut:

4. Perhitungan $\bar{X}$ dan $\bar{R}$ setelah perbaikan

Setelah didapatkan sampel produk pipa API Spec 5L dengan kebulatan (*Roundness*) 325 mm, kemudian dicari nilai rata-rata serta nilai *range* dari masing-masing sub grup.

3) Menghitung $\bar{X}$ dan $\bar{\bar{X}}$

$$\text{Sampel 1 : } \bar{X} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_n}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{8,3}{5}$$

$$\bar{X} = 1,66$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k}$$

$$\bar{\bar{X}} = \frac{43,6}{25}$$

$$\bar{\bar{X}} = 1,744$$

4) Menghitung R dan $\bar{R}$

$$\text{Sampel 1 : } R = X_{\text{maks}} - X_{\text{min}}$$

$$R = 2 - 1,3$$

$$R = 0,7$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m}$$

$$\bar{R} = \frac{17,6}{25}$$

$$\bar{R} = 0.70$$

Tabel 5.7. Rekapitulasi penentuan $\bar{X}$ dan $\bar{R}$ setelah perbaikan

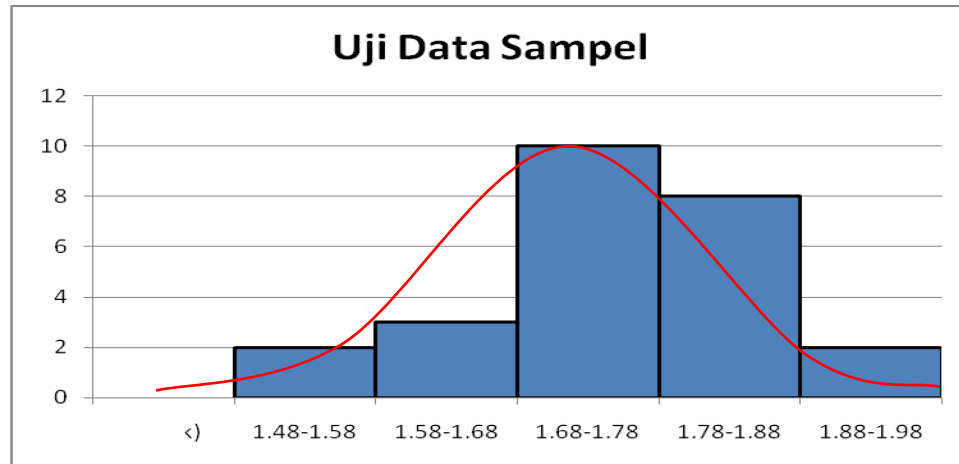
Hari Ke-	Sampel (mm)					Jumlah	$\bar{X}$	R
	X1	X2	X3	X4	X5			
1	2	1.9	1.5	1.6	1.3	8.3	1.66	0.7
2	2	2.1	1.9	1.5	2	9.5	1.9	0.6
3	1.2	2.2	1.8	2	1.9	9.1	1.82	1
4	1.9	2.2	1.6	2	1.4	9.1	1.82	0.8
5	2	1.6	1.5	1.4	2	8.5	1.7	0.6
6	1.9	1.8	1.7	1.7	1.9	9	1.8	0.5
7	2.1	1.8	2.2	1.2	2	9.3	1.86	1
8	1.7	2	1.5	1.4	1.9	8.5	1.7	0.6
9	1.3	2	1.5	1.9	2	8.7	1.74	0.5
10	1.3	1.3	1.5	2.2	1.8	8.1	1.62	0.9
11	1.5	2.2	1.9	1.7	1.8	9.1	1.82	0.7
12	1.8	1.4	1.7	2	1.9	8.8	1.76	0.6
13	2.1	1.9	1.6	1.6	1.8	9	1.8	0.5
14	2.2	1.5	1.2	2	1.9	8.8	1.76	1
15	2	1.2	2	1.8	1.9	8.9	1.78	0.8
16	1.8	1.4	1.5	2.1	2	8.8	1.76	0.7
17	2	1.9	1	2	1.5	8.4	1.68	1
18	2.1	2	1.4	1.9	1.8	9.2	1.84	0.7
19	2	1.8	1.6	2	1.4	8.8	1.76	0.6

20	1.9	1.5	1.6	2	1.8	8.8	1.76	0.5
21	2	1.6	1.4	1.7	1.8	8.5	1.7	0.6
22	1.7	1.8	1.3	1	1.9	7.7	1.54	0.9
23	1.6	1.9	1.2	1.6	1.8	8.1	1.62	0.7
24	1.8	1.2	1.7	1.5	1.2	7.4	1.48	0.6
25	1.6	2.1	2	1.9	2	9.6	1.92	0.5
Rata-rata						8.72	1.74	0.70

(Sumber : Hasil Pengolahan Data)

2. Pembuatan Histogram

Data yang normal memiliki kekhasan seperti mean, median dan modusnya memiliki nilai yang sama. Salah satu untuk mengetahui data tersebut normal maka digunakan histogram. Histogram memberikan petunjuk mengenai karakteristik populasi asal dari mana sampel tersebut. Histogram digunakan untuk melihat penyebaran dari suatu populasi (kumpulan) data dan melihat data-data tersebut memenuhi standar dari batas pengendalian yang telah ditentukan. Berikut ini adalah grafik histogram data kebulatan (*Roundness*) pipa 325 mm dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar.5.5. Grafik Histogram Data Kebulatan pipa 325mm

(Sumber : Hasil pengolahan data)

Berdasarkan gambar di atas bahwa secara grafik menggambarkan frekuensi atau jumlah observasi dari data sampel pengukuran kebulatan pipa 325mm adalah normal. Karena data sampel terlihat tersebar rata, maka data tersebut dapat dikatakan normal dan pengolahan data selanjutnya dapat dilanjutkan.

5. Peta Kendali Setelah Perbaikan

Peta kendali bertujuan untuk melihat apakah proses yang berjalan telah berada dalam batas pengendalian statistik. Oleh sebab itu, peta kendali yang sesuai untuk digunakan pada penelitian ini adalah peta kendali untuk data variabel, yaitu peta kendali $\bar{X}$ setelah perbaikan. Berikut ini adalah perhitungan *Upper Control Limit* (UCL) dan *Lower Control Limit* (LCL). Untuk menentukan batas-batas pengendali untuk peta pengendali rata-rata ($\bar{x}$ -chart) dan *range* (R -chart) adalah sebagai berikut.

$$UCL \bar{X} = \bar{\bar{X}} + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} \text{ dan } LCL \bar{X} = \bar{\bar{X}} - \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$UCL R = D4 \cdot \bar{R} \text{ dan } LCL R = D3 \cdot \bar{R}$$

Adapun harga A_2 , D_3 , D_4 , dan d_2 dari tabel A dan D pembentuk peta kendali untuk ukuran sub grup = 5 adalah $A_2 = 0,58$; $D_3 = 0$; $D_4 = 2,11$; $d_2 = 2,326$. Dari nilai R dan d_2 dapat diperoleh nilai *sigma*. Perhitungannya sebagai berikut:

$$S = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,70}{2,326} = 0,30$$

Maka batas kontrol peta kendali $\bar{X}$ kebulatan (*roundness*) pipa API Spec 5L adalah:

$$UCL \bar{x} = \bar{x} + \frac{3\sigma}{\sqrt{n}} = 1,74 + \frac{3 \times 0,30}{\sqrt{5}} = 2,14$$

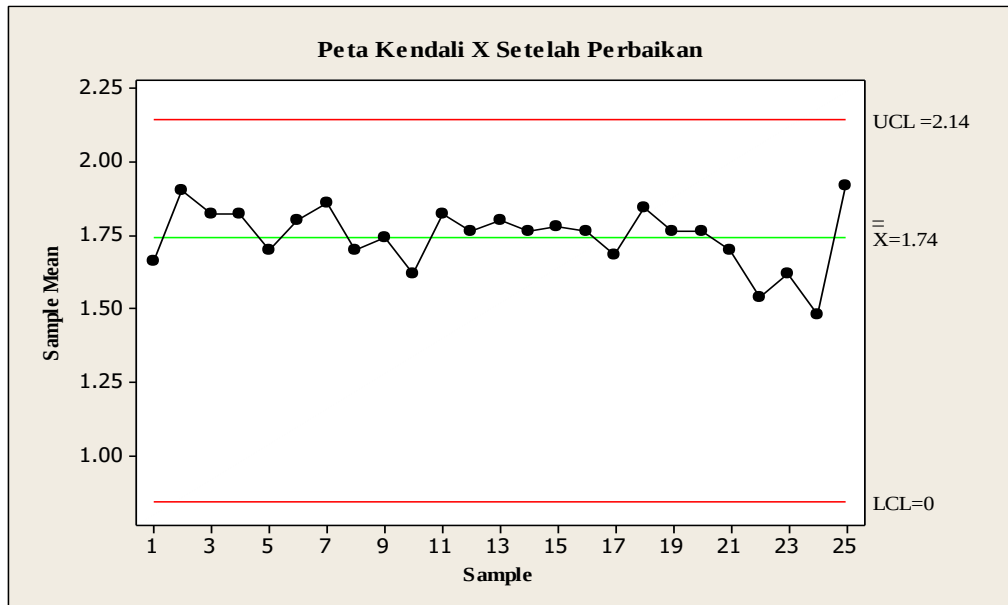
$$LCL \bar{x} = 0$$

Sedangkan batas kontrol peta R untuk kebulatan (*roundness*) pipa API Spec 5L adalah :

$$UCL R = D_4 \cdot \bar{R} = 2,11 \times 0,70 = 1,47$$

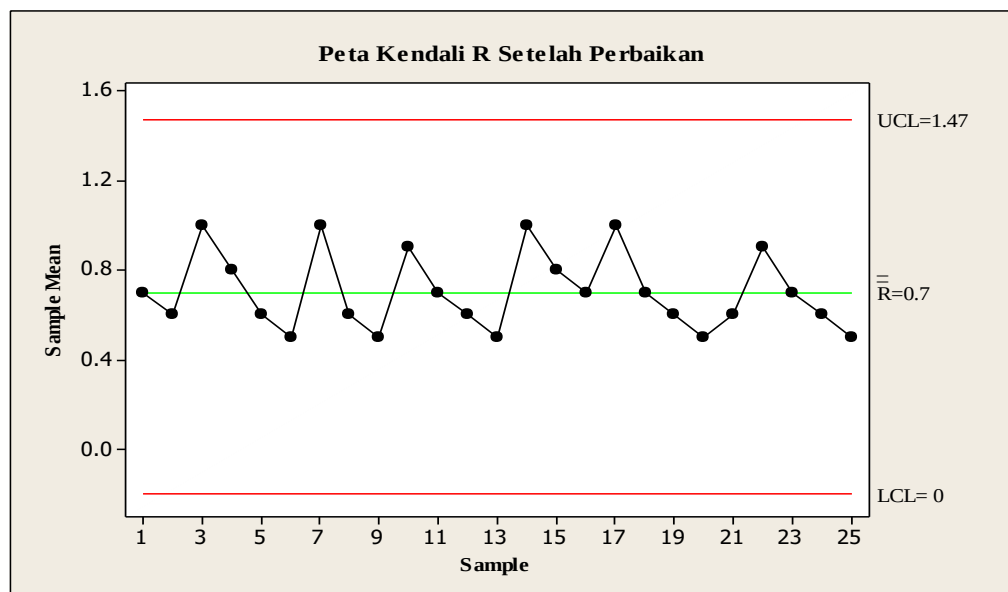
$$LCL R = D_3 \cdot \bar{R} = 0 \times 0,70 = 0$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai batas kontrol atas dan batas kontrol bawah dapat digambarkan peta kendali $\bar{X}$ dan R untuk data kebulatan (*roundness*) pipa API Spec 5L ukuran 325 mm pada proses *forming*. Peta kendali $\bar{X}$ dan $\bar{R}$ dapat dilihat pada Gambar 5.6. dan 5.7 adalah sebagai berikut.



Gambar 5.6. Peta kendali $\bar{X}$ setelah perbaikan

(Sumber : Hasil pengolahan data)



Gambar 5.7. Peta kendali R setelah perbaikan

(Sumber : Hasil pengolahan data)

Berdasarkan hasil peta kendali diatas, untuk kebulatan pipa API Spec 5L di proses *forming* sudah tidak ada yang keluar dari batas-batas pengendalian. Sehingga data dapat dikatakan sesuai dan baik.

6. Penentuan Kapabilitas Proses (*Process Capability*)

Kapabilitas proses menunjukan rentang suatu variasi dari suatu proses atau suatu besaran yang menunjukan kemampuan dari suatu peralatan produksi untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi. Kemampuan proses menunjukan sampai seberapa jauh suatu proses mampu memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Adapun kriteria penilaian kapabilitas proses sebagai berikut.

Kriteria penilaian :

- d. Jika $C_p > 1.00$, maka *process capability* sangat baik.
- e. Jika $C_p = 1.00$, maka *process capability* baik, namun perlu pengendalian ketat apabila C_p mendekati 1,00.
- f. Jika $C_p < 1,00$, maka *process capability* rendah, sehingga perlu ditingkatkan kinerjanya melalui peningkatan proses itu.

Adapun spesifikasi kebulatan (*roundness*) pipa yang ditetapkan oleh perusahaan untuk kebulatan (*roundness*) 325 mm pipa API Spec 5L pada proses *forming* adalah $USL = 2,2$ mm dan $LSL = 0$ mm. Berikut perhitungan kapabilitas proses untuk kebulatan (*roundness*) 325 mm pipa API Spec 5L.

$$S = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,70}{2,326} = 0,30$$

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = \frac{2,2 - 0}{6(0,30)} = 1,22$$

Nilai $C_p = 1,22$ ternyata kurang dari 1, hal ini menunjukkan bahwa kapabilitas proses baik dan memenuhi spesifikasi yang perusahaan.

7. Level Sigma

Untuk melakukan pengukuran level sigma digunakan langkah-langkah sebagai berikut :

- h. Menentukan proses apa yang diukur.

Dalam hal ini, proses yang akan diukur adalah kebulatan (*roundness*) pipa. Menentukan USL (*Upper Spesification Limit*) dan LSL (*Lower Spesification Limit*). Untuk USL dan LSL dari kebulatan (*roundness*) pipa pada proses pembuatan pipa pada KT-24 sudah ditentukan oleh perusahaan yaitu Spesifikasi kebulatan (*roundness*) pipa API Spec 5L pada proses *forming* adalah spesifikasi batas atas (USL) = 2,2 mm dan spesifikasi batas bawah (LSL) = 0 mm.

- i. Menentukan nilai rata-rata proses.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{X}_i}{n} = \frac{43,6}{25} = 1,74$$

- j. Menentukan standar deviasi dari proses.

$$S = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{0,70}{2,326} = 0,30$$

- k. Menghitung kemungkinan cacat yang berada di atas nilai USL persatu juta kesempatan (DPMO).

$$\text{DPMO USL} = P [z \geq (\text{USL} - \bar{\bar{X}}) / \sigma_0] \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO USL} = P [z \geq (2,2 - 1,74) / 0,30] \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO USL} = [1 - P(z \leq 1,53)] \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO USL} = [1 - 0,9370] \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO USL} = 0,063 \times 1.000.000$$

$$\text{DPMO USL} = 63.000$$

- l. Menghitung kemungkinan cacat yang berada di bawah nilai LSL per satu juta kesempatan (DPMO).

$$\text{DPMO LSL} = 0$$

- m. Menghitung cacat per satu juta kesempatan.

$$\text{DPMO Total} = \text{DPMO USL} + \text{DPMO LSL}$$

$$\text{DPMO Total} = 63.000 + 0$$

$$\text{DPMO Total} = 63.000$$

- n. Mengkonversikan nilai DPMO ke dalam nilai sigma dengan menggunakan tabel sigma pada lampiran.

Dengan menggunakan tabel konversi DPMO ke nilai sigma, diketahui bahwa dengan nilai DPMO sebesar 63.000 terdapat pada level sigma 3,04 dan 3,03.

Level sigma 3,04 = 61.780 dan 3,03 = 63.008, adapun perhitungan interpolasinya sebagai berikut.

$$\frac{63.008 - 63.000}{63.000 - 61.780} = \frac{3,03 - x}{x - 3,04}$$

$$\frac{8}{1220} = \frac{3,03 - x}{x - 3,04}$$

$$8(x - 3,04) = 1220(3,03 - x)$$

$$8x - 24,32 = 3696,6 - 1220x$$

$$8x + 1220x = 3696,6 + 24,32$$

$$1228x = 3720,92$$

$$x = 3,03$$

Dari hasil perhitungan didapat Level *Sigma* perusahaan untuk pembuatan pipa API Spec 5L pada saat ini berada pada level 3,03.

a. Perbandingan DPMO, CP dan Level *Sigma*

Perbandingan DPMO dan level sigma dilakukan untuk mengetahui apakah DPMO setelah perbaikan mengalami penurunan dari DPMO sebelum perbaikan, sedangkan level *sigma* mengalami kenaikan setelah upaya perbaikan diimplementasikan terhadap proses. Besarnya DPMO dan level *sigma* sebelum dan setelah perbaikan diperlihatkan pada Tabel 5.11.

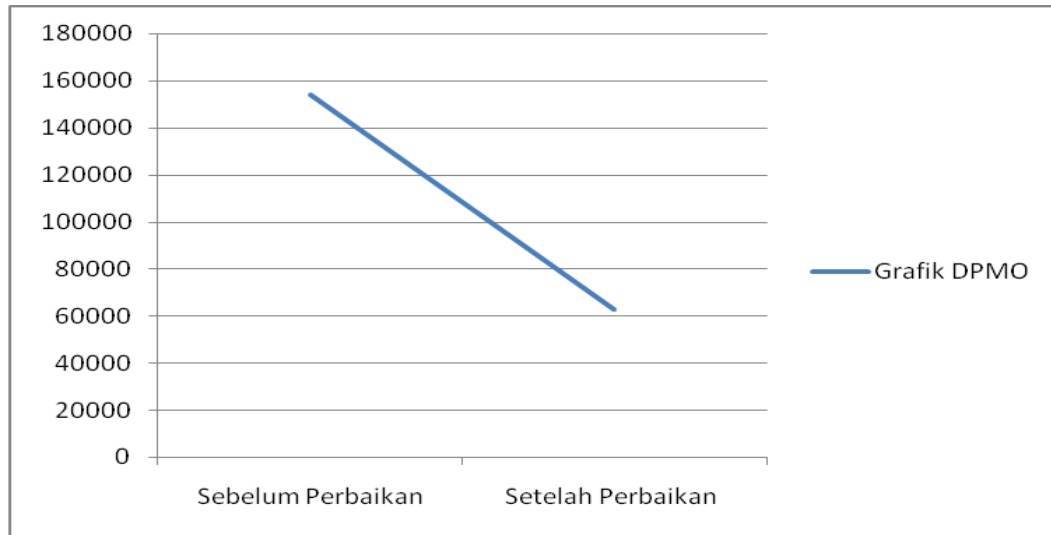
Tabel 5.8. Perbandingan DPMO dan Level *Sigma* Sebelum dan Setelah Perbaikan

No	Baseline Kinerja	Nilai		Selisih	Keterangan
		Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan		
1.	DPMO	153.900	63.000	90.900	Turun
2.	CP	0,68	1,22	0,54	Naik
3.	Level Sigma	2,52	3,03	0,51	Naik

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.11 diketahui bahwa DPMO mengalami penurunan signifikan setelah perbaikan dilakukan. Besarnya penurunan DPMO setelah dilakukan perbaikan yaitu sebesar 63.000.

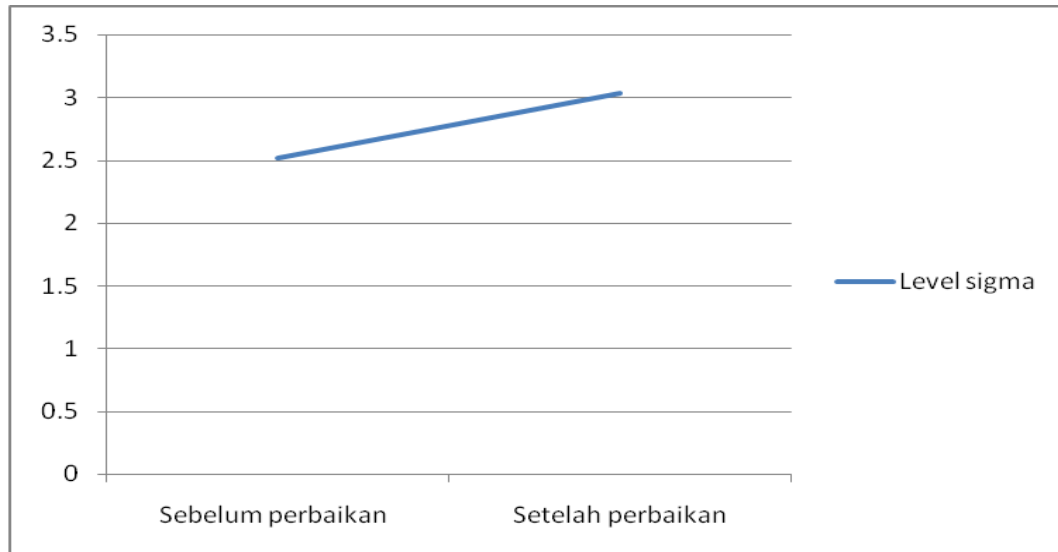
Perbandingan DPMO sebelum dan setelah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.8, dapat dilihat bahwa garis vertical merupakan angka nilai dpmo dan garis horizontal merupakan keterangan yang menunjukkan bahwa nilai dpmo yang sebelum perbaikan berada di angka nilai dpmo 158.000 dan sesudah perbaikan berada pada angka nilai dpmo 63.000.



Gambar 5.8. Perbandingan DPMO sebelum dan setelah perbaikan
(Sumber: Hasil pengolahan data)

Berdasarkan Tabel 5.11 diketahui bahwa level *sigma* mengalami peningkatan setelah perbaikan dilakukan. Besarnya peningkatan level *sigma* setelah dilakukan perbaikan yaitu sebesar 0,51.

Perbandingan nilai level *sigma* sebelum dan setelah perbaikan dapat dilihat pada Gambar 5.9, dapat dilihat bahwa garis vertical merupakan angka level sigma dan garis horizontal merupakan keterangan yang menunjukkan bahwa level sigma yang sebelum perbaikan berada di level sigma 2,5 dan sesudah perbaikan berada pada level sigma 3.



Gambar 5.9. Perbandingan Level *sigma* Sebelum dan Setelah Perbaikan
(Sumber: Hasil pengolahan data)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

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

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, diolah dan dianalisis pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari hasil analisis menggunakan diagram Pareto menunjukkan bahwa terdapat jenis cacat *open weld*, *roundness*, *outer/inner* dan *missalignment*. Cacat dominan yang ditemukan pada proses *forming* pipa API Spec 5L, yaitu cacat *roundness* dengan persentase sebesar 11,84%. Adapun penyebab cacat *roundness* dikarenakan operator kurang istirahat, tidak adanya alat bantu berupa *mall* dan jadwal pemberian pelumas tidak teratur.
2. Upaya perbaikan yang dilakukan pada proses *forming* (pembentukan) pipa API spec 5L berdasarkan penyebab yang memiliki hasil nilai RPN tertinggi yaitu jadwal pemberian pelumas tidak teratur dan tidak adanya alat bantu berupa *mall*. Upaya perbaikan yang dilakukan, yaitu melakukan pemberian pelumas secara teratur yaitu 1x dalam seminggu dan mengecek *bearing* sebelum proses produksi berjalan dan membuat alat bantu berupa *mall* yang sudah sesuai dengan ukuran pipa yang ingin di produksi.

3. Hasil pengukuran dan perhitungan diperoleh nilai kapabilitas proses untuk pipa API *Spec* 5L di KT-24 sebesar 0,68. Setelah dilakukan perbaikan mengalami peningkatan nilai kapabilitas proses menjadi 1,22. Nilai sigma untuk kebulatan (*roundness*) pipa API *Spec* 5L adalah 2,52 dengan DPMO sebesar 153.900. Mengalami peningkatan nilai sigma yang cukup berpengaruh terhadap kualitas pipa API *Spec* 5L di KT-24 dengan nilai sigma mencapai 3,03 dengan DPMO sebesar 63.000.

6.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat dibuat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan, sebagai berikut.

1. Pada proses produksi pipa API *spec* 5L masih terdapat beberapa cacat yang sangat mempengaruhi kualitas dari produk yang dihasilkan, oleh karena itu pihak manajemen perlu melakukan *brainstorming* secara rutin untuk mengidentifikasi persentase dan penyebab cacat serta melakukan perbaikan terus-menerus untuk menghasilkan produk yang berkualitas baik.
2. Pengecekan, perawatan serta penggantian terhadap komponen mesin atau peralatan harus dilakukan secara rutin. Ini bertujuan agar kondisi komponen mesin tersebut selalu dalam keadaan baik sehingga menghasilkan *output* yang baik pula. Karena berdasarkan analisis yang dilakukan beberapa penyebab *defect* dikarenakan kurangnya komponen tambahan serta kondisi komponen yang sudah kurang baik yang seharusnya komponen tersebut sudah harus diganti namun belum diganti. Untuk itu peran supervisor dan manager produksi dirasa sangatlah penting untuk mengingatkan dan mengawasi operator agar selalu sigap dan teliti dalam mengecek komponen.

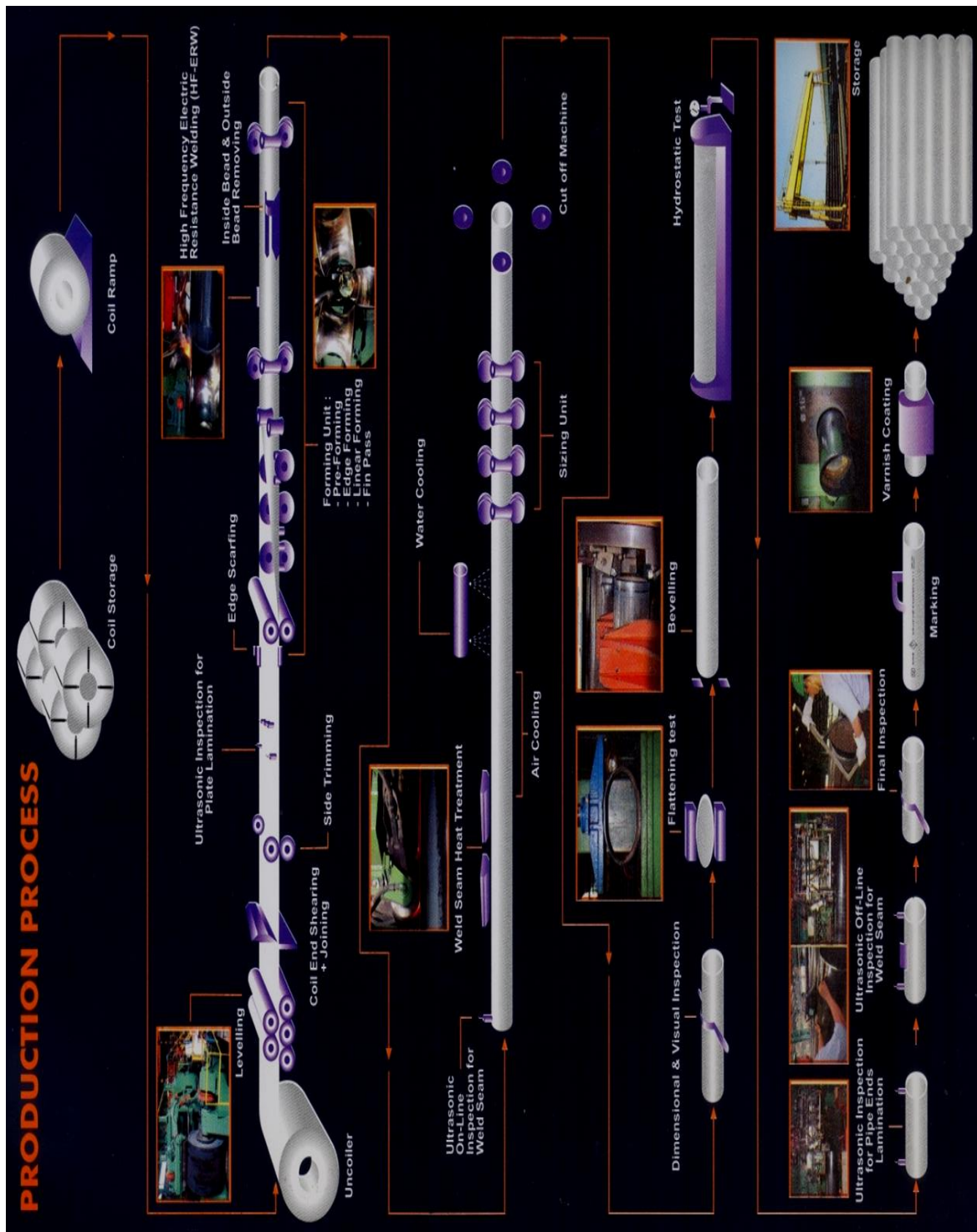
3. Kemampuan hasil kinerja proses produk pipa API *spec* 5L sudah memperlihatkan peningkatan setelah dilakukan tindakan perbaikan, oleh karena itu metode DMAIC dapat digunakan sebagai metode yang dapat memberikan peningkatan proses secara bertahap dan mampu menjaga kualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D.W. 2004. *Pendekatan Kualitas Statistik Pendekatan Kuantitatif dalam Manajemen Kualitas*. Yogyakarta : ANDI.
- Gazpersz, V. 1998. *Manajemen Kualitas Penerapan Konsep-konsep Dalam Manajemen Bisnis Total*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Gazpersz, V. 2002. *Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP. Edisi Pertama*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Nugroho, A. 2015. *Analisa Pengendalian Produk Cacat Celana Jeans Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di PT Intigarmindo Persada*. Jakarta : Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Universitas Mercu Buana.
- Nurullah, A. Fitria, L. dan Adianto, R.H. 2014. “Perbaikan Kualitas Benang 20S Dengan Menggunakan Penerapan Metode Six Sigma-DMAIC di PT.Supratex”.ISSN : 2338-5081
- Pande, P.S. 2003. *The Six Sigma Way (Bagaimana GE, Motorola dan Perusahaan Terkenal Lainnya Mengasah Kinerja Mereka*. Yogyakarta : ANDI.
- Pyzdek, T. 2002. *The Six Sigma Handbook-Panduan Lengkap Untuk Greenbelts, Blackbelts, dan Manajer pada Semua Tingkat. Edisi Pertama*. Jakarta : Salemba Empat.
- Syukron, A. dan Kholil, M. 2013. *Quality for Business Improvement. Edisi Pertama*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Wibisono, Y.Y. dan Suteja, T. 2013. *Implementasi Metode DMAIC-Six Sigma Dalam Perbaikan Mutu Di Industri Kecil: Studi Kasus Perbaikan Mutu Produk Spring Adjuster Di PT.X*. Seminar Nasional IENACO-2013.ISSN: 2337-4349.
- Wignjosoebroto, S. 2003. *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri. Edisi Pertama*. Surabaya : Guna Widya.

LAMPIRAN A

Proses produksi pipa API Spec 5L di plant KT-24



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

Distribusi normal (Tabel Z)

Z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
-0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916

2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998
3.5	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998	0.9998

(Sumber: Gaspersz, 2002)

LAMPIRAN C

Faktor A2 untuk Peta X Dan Faktor D3 dan D4 untuk Peta R

Sample lot Size (n)	Faktor A2 Untuk Peta X	Faktor Untuk Peta R	
		D3	D4
2	1.88	0	3.27
3	1.02	0	2.57
4	0.73	0	2.28
5	0.58	0	2.11
6	0.48	0	2.00
7	0.42	0.08	1.92
8	0.37	0.14	1.86
9	0.34	0.18	1.82
10	0.31	0.22	1.78
11	0.29	0.26	1.73
12	0.27	0.28	1.72
13	0.25	0.31	1.69
14	0.24	0.33	1.67
15	0.23	0.35	1.65

(Sumber : Wignjosoebroto, 2003)