

**PERBAIKAN KUALITAS PRODUK *PRESSURE VESSEL FLARE KO
DRUM V-750* PADA PROSES *WELDING BODY* MENGGUNAKAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)*
DI PT GERBANG SARANABAJA**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Sebagian Syarat Penyelesaian Program Diploma IV
Program Studi Teknik Industri Otomotif pada
Politeknik STMI Jakarta**

Disusun Oleh :

NAMA : DESY SARWILAH

NIM : 1112087



**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA
JAKARTA**

2016

POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

JUDUL TUGAS AKHIR :

**PERBAIKAN KUALITAS PRODUK *PRESSURE VESSEL FLARE KO*
DRUM V-750 PADA PROSES *WELDING BODY* MENGGUNAKAN
METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)*
DI PT GERBANG SARANABAJA**

DISUSUN OLEH

NAMA : DESY SARWILAH

NIM : 1112087

PROGRAM STUDI : D-IV TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

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

Jakarta, Agustus 2016

Menyetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Suriadi AS, MCom

195810261985031006

**POLITEKNIK STMI JAKARTA
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI**

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL TUGAS AKHIR : PERBAIKAN KUALITAS PRODUK
*PRESSURE VESSEL FLARE KO DRUM V-
750 PADA PROSES WELDING BODY
MENGUNAKAN METODE FAILURE
MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) DI
PT GERBANG SARANABAJA***

DISUSUN OLEH

NAMA : DESY SARWILAH

NIM : 1112087

PROGRAM STUDI : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Politeknik STMI Jakarta pada hari **Kamis** tanggal **27 Oktober 2016**.

Jakarta, 27 Oktober 2016

Penguji 1,



Irma Agustiningsih, S.ST, M.T
NIP: 197208012003122002

Penguji 2,



Dr. Hendrastuti H, M.T
NIP: 195410301989032001

Penguji 3,

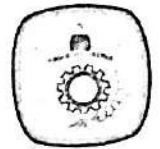


Juhari Masudi, SMI, MM
NIP: 195404101982031001

Penguji 4,



Ir. Suriadi AS, MCom
NIP: 195810251985031006



LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Desy Sarwilah
 NIM : 1112089
 Judul TA : Perbaikan Kualitas produk Pressure Vessel Flare KD Drum V-750 Pada Proses Welding Body Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) dan Failure Tree Analysis (FTA) di PT. Gebang Surabaya
 Pembimbing : Ir. Suriadi AS., MSc
 Asisten Pembimbing : _____

Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
27-06-2016	-	Pengajuan Permohonan bimbingan	<i>LS</i>
18-07-2016	I	menyerahkan cover (ACC) menyerahkan BAB I (Revisi)	<i>LS</i> <i>LS</i>
20-07-2016	I	Menyerahkan Bab I (Revisi)	<i>LS</i>
27-07-2016	I dan II	Menyerahkan Bab I (ACC) Menyerahkan Bab II (Revisi)	<i>LS</i> <i>LS</i>
11-08-2016	II dan III	Menyerahkan Bab II dan III (ACC)	<i>LS</i>
12-08-2016	IV	menyerahkan Bab IV (Revisi)	<i>LS</i>
15-08-2016	IV	Menyerahkan Bab IV (Revisi)	<i>LS</i>
16-08-2016	IV	Menyerahkan Bab IV (Revisi)	<i>LS</i>
19-08-2016	IV dan V	Menyerahkan Bab IV (ACC) Menyerahkan Bab V (ACC)	<i>LS</i> <i>LS</i>
22-08-2016	VI	Menyerahkan Bab VI (Revisi) menyerahkan Abstrak	<i>LS</i> <i>LS</i>
23-08-2016	I - VI	menyerahkan Bab I - VI	<i>LS</i>

Mengetahui,
Ka Prodi

Teknik dan Manajemen Industri

Muhammad Agus
Muharrad Agus S.T., MT

NIP : 19700 629 2000 292001



Pembimbing

Ir. Suriadi AS.
Ir-Suriadi AS., MSc

NIP : 195810261985031006

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

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

Nama : DESY SARWILAH
NIM : 1112087
Program Studi : TEKNIK INDUSTRI OTOMOTIF

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

“PERBAIKAN KUALITAS PRODUK *PRESSURE VESSEL FLARE KO DRUM V-750* PADA PROSES *WELDING BODY* MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA)* DI PT GERBANG SARANABAJA”

- **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



Desy Sarwilah

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penyusunan Tugas Akhir ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan jenjang pendidikan Diploma Empat (D-4) Teknik Industri Otomotif pada Politeknik STMI Jakarta.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan terutama kepada ALLAH SWT yang telah memberikan kesehatan serta kekuatan dalam mengerjakan laporan ini dan keluarga penulis, Mama dan Bapak yang tak henti-hentinya berdoa dan memotivasi untuk kemudahan dan kelancaran dalam proses penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini yang telah mendukung dan membantu penulis dalam bentuk moril maupun materil. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

- Bapak DR. Mustofa, ST, MT. selaku Direktur Politeknik STMI Jakarta, Kementerian Perindustrian RI.
- Bapak Ridzky Kramanandita, S.Kom, MT selaku Pembantu Direktur Politeknik STMI Jakarta.
- Bapak Muhamad Agus, ST, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Otomotif.
- Ir. Suriadi AS, MCom selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang sangat berjasa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.
- Ibu Wilda Sukmawati, ST, MT. selaku dosen pembimbing akademik.
- Bapak dan Ibu Pratignyo Arif Budiman yang telah membantu biaya sekolah penulis saat awal masuk duduk dibangku perkuliahan dan memberikan motivasi agar menjadi orang sukses dapat membahagiakan orangtua dan keluarga.
- Bapak Aldiyanto Akbar M dan Ibu Lies Rahmawati, selaku Human Resource and Development (HRD) PT Gerbang Saranabaja yang telah memberikan

kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan kerja praktik di PT Gerbang Saranabaja.

- Bapak Hotden Manurung selaku *Supervisor Quality Control* , Bapak Kliwon selaku *Staff Production Pressure Vessel* serta seluruh karyawan *Departement of Production* dan *Quality Control* yang telah membantu penulis dalam melengkapi data-data dan informasi yang sangat berguna untuk penyusunan Tugas Akhir ini.
- Muhammad Riady, atas do'a tiada henti, dukungan dan semangat, *sharing* ilmu, menjadi tempat berbagi, menjadi sahabat yang paling setia untuk penulis, serta motivasi yang tak pernah putus diberikan kepada penulis.
- Seluruh teman-teman di kampus Politeknik STMI, terutama TMI angkatan 2012.
- Sahabat-sahabatku yang tercinta Amalina Syahidah dan Siti Failasufa Medianti yang selalu membantu dan memberi semangat kepada penulis dalam mengerjakan tugas-tugas, serta teman-teman lainnya yang tidak disebutkan namanya yang turut mendukung serta memberikan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
- Teman-teman Summit Auto Group Susy Lieliana, Suci Annisha, Audina Puspita Dewi, Vania Irawan, Bella Triliani, dan Mas Oip Mubarak yang juga turut memberikan semangat dan kontribusi kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan penulis, untuk itu penulis harapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan selanjutnya.

Jakarta, Mei 2016

Penulis

ABSTRAK

PT Gerbang Saranabaja merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang konstruksi baja dan *pressure vessel* yang menghasilkan produk dari bahan baku baja. Salah satu kunci sukses memenangkan persaingan industri adalah dengan memperhatikan masalah kualitas. Dalam pembuatan *pressure vessel* terdapat beberapa proses produksi, salah satunya adalah proses pengelasan (*welding*). Beberapa masalah yang dihadapi oleh PT Gerbang Saranabaja adalah masih tingginya cacat produk *pressure vessel* yang terjadi dibagian *welding*. Jenis cacat yang sering terjadi adalah *porosity*, *cracks*, *spatters*, *overlap*, dan *stop start*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui jumlah persentase kegagalan yang terjadi pada bagian *welding body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*, mengidentifikasi potensi kegagalan dan tingkat keparahan efek dari proses *welding body*, mengetahui apa saja yang menjadi akar penyebab kegagalan yang terjadi pada proses *welding*, mengetahui tindakan-tindakan pengendalian kualitas untuk meminimasi kegagalan, dan menghitung nilai RPN sebelum dan sesudah perbaikan pada *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*. Langkah pertama untuk menentukan kegagalan yang paling potensial adalah dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode FMEA digunakan untuk menentukan jenis kegagalan, efek yang ditimbulkan dari penyebab kegagalan, dan kontrol yang dilakukan. Di dalam FMEA terdapat 3 faktor, yaitu *severity*, *occurance*, dan *detection*. Setelah mengetahui jenis kegagalan, kemudian mengidentifikasi akar penyebab masalah menggunakan metode *Failure Tree Analysis* (FTA). Metode FTA digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah berdasarkan tahapan kejadian menggunakan pohon kesalahan. Adapun hasil dari pembahasan menunjukkan bahwa permasalahan terbesar yang dialami oleh bagian *welding* adalah banyaknya cacat *porosity*. Dimana persentase untuk cacat *porosity* sebesar 63,00% dari total panjang pengelasan bagian *body* sebesar 2.136,34 cm. Jenis cacat *welding* ini memiliki peringkat tertinggi (peringkat ke-1) pada nilai (*Risk Priority Number*) RPN sebesar 1344 sebelum perbaikan. Setelah diketahui jenis cacat terbesar, maka diberikan usulan perbaikan menggunakan metode 5W+1H yaitu pembalutan material menggunakan plastik, membersihkan *scrap* hasil pengelasan secara rutin, penerimaan material dengan hati-hati, *briefing* singkat sebelum bekerja, pelatihan untuk operator, inspeksi visual oleh bagian QC, serta perawatan mesin secara berkala. Usulan perbaikan yang dilakukan dapat menurunkan nilai RPN pada cacat *porosity* menjadi 480 dari nilai RPN sebelumnya yaitu 1344.

Kata kunci : Cacat *Welding*, diagram Pareto, FMEA, FTA, 5W+1H, Nilai RPN

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Persetujuan Dosen Pembimbing Tugas Akhir	
Lembar Bimbingan Tugas Akhir	
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	
Abstrak	
Kata Pengantar	i
Daftar Isi.....	iii
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Lampiran	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Sistem Produksi	6
2.2 Kualitas.....	7
2.3 Pengendalian Mutu	8
2.3.1 Tujuan pengendalian Kualitas	9
2.3.2 Faktor-faktor Pengendalian Kualitas.....	9

2.3.3 Variasi.....	10
2.3.4 Dimensi Kualitas	11
2.3.5 Manajemen Kualitas	13
2.3.6 Prinsip Manajemen Mutu	13
2.4 <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA)	14
2.4.1 Sejarah FMEA	14
2.4.2 Pengertian FMEA.....	14
2.4.3 Tujuan FMEA.....	15
2.4.4 Tujuan FMEA.....	16
2.4.5 Elemen-Elemen Proses FMEA.....	17
2.4.6 Langkah Pembuatan FMEA	18
2.5 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	22
2.5.1 Pengertian <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	22
2.5.2 Simbol dan Istilah dalam <i>Fault Tree</i>	23
2.5.3 Langkah-Langkah Membuat <i>Failure Tree Analysis</i> (FTA)	27
2.5.4 Minimal <i>Cut Set</i>	28
2.6 Alat-Alat Yang Digunakan Pada Metode FMEA dan FTA ..	29
2.6.1 Diagram Pareto	29
2.6.2 Peta Kendali.....	30
2.6.3 Pengukuran DPMO dan Level Sigma	32
2.6.4 Lembar Pemeriksaan (<i>Check Sheet</i>).....	34
2.6.5 Minitab 16	35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Jenis Data dan Sumber Data	37
3.1.1 Jenis Data.....	37

3.1.2 Sumber Data	38
3.2 Metode Pengumpulan Data	38
3.3 Teknik Analisis.....	39
3.3.1 Identifikasi Masalah	39
3.3.2 Studi Kepustakaan	39
3.3.3 Tujuan Penelitian.....	39
3.3.4 Pengumpulan Data.....	40
3.3.5 Pengolahan Data	40
3.3.6 Kesimpulan dan Saran.....	43
3.4 Diagram Alir Metodologi Penelitian	43
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	
4.1 Pengumpulan Data.....	46
4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan	46
4.1.2 Sejarah Perusahaan	46
4.1.3 Tujuan Perusahaan.....	47
4.1.4 Visi dan Misi Perusahaan	47
4.1.5 Motto Perusahaan	48
4.1.6 Ruang Lingkup Usaha	48
4.1.7 Profil Perusahaan.....	51
4.1.8 Tata Letak Perusahaan.....	52
4.1.9 Struktur Organisasi	53
4.1.10 Job Description.....	55
4.1.11 Ketenagakerjaan	58
4.1.12 Proses Produksi <i>Pressure Vessel</i>	59
4.1.13 Penghargaan Perusahaan	60
4.1.14 Kebijakan Mutu Perusahaan.....	60
4.1.15 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	61
4.1.16 Mesin yang Digunakan.....	62
4.1.17 Deskripsi Proses Produksi Pada Pembuatan <i>Body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750</i>	63

4.1.18	Data Historis Panjang Pengelasan dan Data Cacat <i>Pressure Vessel Flare KO Drum V-750</i>	67
4.1.19	Jenis-Jenis Cacat <i>Welding</i> Pada <i>Pressure Vessel</i>	67
4.1.20	Data Historis Jenis Cacat <i>Welding</i> Pada <i>Pressure Vessel Flare KO Drum V-750</i>	68
4.1.21	Data Pengamatan.....	68
4.2	Pengolahan Data.....	71
4.2.1	Pemilihan Jenis Komponen.....	71
4.2.2	Diagram Pareto.....	71
4.2.3	Peta Kendali U.....	74
4.2.4	Perhitungan Nilai DPMO.....	81
4.2.5	Level Sigma.....	82
4.2.6	Identifikasi <i>Potential Failure Mode</i> (Potensi Kegagalan).....	83
4.2.7	Identifikasi <i>Failure Effect</i> (Efek Kegagalan).....	83
4.2.8	Menentukan Nilai <i>Severity</i>	84
4.2.9	<i>Fault Tree Analysis</i>	85
4.2.10	Menentukan Nilai <i>Occurance</i>	93
4.2.11	Identifikasi Pengendalian Proses.....	94
4.2.12	Menentukan Nilai <i>Detection</i>	95
4.2.13	Menghitung Nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN).....	96
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
5.1	Analisis Pengendalian Proses Statistik (SPC).....	100
5.1.1	Analisis Pemilihan Jenis Komponen.....	100
5.1.2	Analisis Diagram Pareto.....	101
5.1.3	Analisis Peta Kendali u.....	101
5.2	Analisis Nilai <i>Risk Priority Number</i> (RPN).....	102
5.3	Usulan Rencana Perbaikan.....	104
5.4	Implementasi Hasil Setelah Usulan Perbaikan.....	109
5.4.1	Peta Kendali u.....	109
5.4.2	Menghitung Nilai DPMO.....	112

5.4.3 Level Sigma.....	113
5.4.4 Identifikasi <i>Potential Failure Mode</i> (Potensi Kegagalan)	114
5.4.5 Identifikasi <i>Failure Effect</i> (Efek Kegagalan)	114
5.4.6 Menentukan Nilai <i>Severity</i> (Efek Kegagalan).....	115
5.4.7 <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA)	115
5.4.8 Menentukan Nilai <i>Occurance</i>	118
5.4.9 Identifikasi Pengendalian Proses	118
5.4.10 Menentukan Nilai <i>Detection</i>	120
5.4.11 Menghitung Nilai <i>Risk Periority Number</i> (RPN)....	120
5.5 Proses <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (PFMEA).....	122
5.6 Perbandingan Nilai <i>Risk Periority Number</i> (RPN) Sebelum dan Sesudah Perbaikan	127
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan.....	128
6.2 Saran	129
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Sistem Produksi	7
Gambar 2.2 <i>Basic event</i>	23
Gambar 2.3 <i>Undevelopment event</i>	23
Gambar 2.4 <i>Conditioning event</i>	24
Gambar 2.5 <i>External event</i>	24
Gambar 2.6 <i>Intermediate event</i>	24
Gambar 2.7 Gerbang OR.....	25
Gambar 2.8 Kejadian A terjadi jika B atau C terjadi	25
Gambar 2.9 Gerbang AND	25
Gambar 2.10 Kejadian A terjadi jika B dan C terjadi	25
Gambar 2.11 Gerbang INHIBIT	26
Gambar 2.12 Gerbang INHIBIT dengan kejadian khusus	26
Gambar 2.13 Gerbang EXCLUSIVE OR	26
Gambar 2.14 Gerbang PRIORITY AND	27
Gambar 2.15 Contoh <i>Fault Tree</i>	27
Gambar 2.16 Contoh Diagram Pareto	30
Gambar 2.17 Tampilan <i>Worksheet Minitab 16</i>	35
Gambar 2.18 Pembuatan Peta Kendali u dengan <i>Minitab 16</i>	36
Gambar 2.19 Kotak Dialog u <i>Chart</i>	36
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	45
Gambar 4.1 Denah lokasi PT GSB	48
Gambar 4.2 Proyek <i>Steel Structure</i> pada Selago Makmur.....	49
Gambar 4.3 <i>Spherical Tank</i> (Proyek LPG Plant Pondok Tengah)	50
Gambar 4.4 PT GSB tampak depan	51
Gambar 4.5 <i>Layout</i> dan Jalur Evakuasi di PT GSB	52

Gambar 4.6 Struktur Organisasi PT GSB	55
Gambar 4.7 Alur Proses Produksi <i>Body</i> pada <i>Pressure Vessel</i>	63
Gambar 4.8 Sisi plat baja setelah digerinda	64
Gambar 4.9 Proses <i>Forming</i>	65
Gambar 4.10 Bagian <i>head</i> dan <i>body</i> yang akan di <i>fit up and tack weld</i>	65
Gambar 4.11 Proses <i>Welding</i>	66
Gambar 4.12 <i>Pressure Vessel</i> yang telah dilakukan <i>painting</i> (pengecatan)	66
Gambar 4.13 Bagian Pengelasan <i>Body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750</i>	69
Gambar 4.14 Diagram Pareto Jumlah Cacat Pada <i>Body Pressure Vessel</i>	74
Gambar 4.15 Peta Kendali u Jumlah Cacat Pada <i>Body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750</i>	78
Gambar 4.16 Peta Kendali u Jumlah Cacat Pada <i>Body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750- revisi</i>	81
Gambar 4.17 <i>Fault Tree</i> Cacat <i>Porosity</i>	86
Gambar 4.18 <i>Fault Tree</i> Cacat <i>Cracks</i>	87
Gambar 4.19 <i>Fault Tree</i> Cacat <i>Spatters</i>	88
Gambar 5.1 Peta Kendali u Jumlah Cacat Pada <i>Body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750</i>	112
Gambar 5.2 <i>Fault Tree</i> Cacat <i>Porosity</i>	116

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria <i>Severity</i>	19
Tabel 2.2 Kriteria <i>Occurrence</i>	20
Tabel 2.3 Kriteria <i>Detection</i>	21
Tabel 2.4 Hukum aljabar Boolean	28
Tabel 3.1 Form FMEA Pada Proses <i>Welding Body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750</i>	42
Tabel 4.1 Waktu Kerja Karyawan PT GSB	59
Tabel 4.2 Data Panjang Pengelasan dan Jumlah Cacat.....	67
Tabel 4.3 Data Jenis Cacat Pada <i>Pressure Vessel Flare KO Drum V-750</i> ...	68
Tabel 4.4 Data Hasil Pengamatan <i>Shell Pressure Vessel KO Drum V-750</i> dan Jumlah Cacat	70
Tabel 4.5 Jenis Komponen <i>Pressure Vessel</i>	71
Tabel 4.6 Persentase Jenis Cacat Pada <i>Body Pressure Vessel</i>	72
Tabel 4.7 Perhitungan Kumulatif Persentase Jenis Cacat Pada <i>Body Pressure Vessel</i>	73
Tabel 4.8 Data Pengamatan Jumlah Cacat pada <i>Body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750</i> bulan Februari-Maret 2016.....	75
Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta Kendali <i>u</i>	76
Tabel 4.10 Data Revisi Sampel <i>Shell Pressure Vessel KO Drum V-750</i>	79
Tabel 4.11 Perhitungan Peta Kendali <i>u Shell Pressure Vessel KO Drum V-750-Revisi</i>	80
Tabel 4.12 Proses yang Berpotensi Menyebabkan Kegagalan	83
Tabel 4.13 <i>Potential Failure Effect</i> Untuk Setiap Kegagalan	84
Tabel 4.14 Nilai <i>Occurance</i> untuk Masing-Masing Kegagalan	93
Tabel 4.15 Pengendalian Proses pada Bagian <i>Welding Body Pressure Vessel</i> 94	
Tabel 4.16 <i>Detection</i> untuk Masing-Masing Kegagalan.....	95
Tabel 4.17 Perhitungan Nilai RPN	97
Tabel 4.18 Akumulasi Nilai RPN	99

Tabel 5.1 Usulan Rencana Perbaikan Menggunakan Metode 5W+1H	105
Tabel 5.2 Data Pengamatan Sampel <i>Shell Pressure Vessel KO Drum V-750109</i>	
Tabel 5.3 Data Pengamatan Sampel <i>Shell Pressure Vessel KO Drum V-750111</i>	
Tabel 5.4 Proses yang Berpotensi Menyebabkan Kegagalan Cacat <i>Porosity</i>	114
Tabel 5.5 <i>Potential Failure Effect</i> Untuk Kegagalan.....	114
Tabel 5.6 Nilai <i>Occurance</i> untuk Penyebab Kegagalan	118
Tabel 5.7 Pengendalian Proses pada Cacat <i>Porosity</i> Bagian <i>Welding Body Pressure Vessel</i>	119
Tabel 5.8 <i>Detection</i> untuk Kegagalan Proses	120
Tabel 5.9 Perhitungan Nilai RPN	121
Tabel 5.10 <i>Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA)</i>	123
Tabel 5.11 Lembar Pendokumentasian <i>Failure Mode and Effect Analysis</i>	126

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Gambar Mesin
- Lampiran B Gambar Cacat Pada *Body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*
- Lampiran C Lembar Dokumentasi FMEA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi saat ini banyak negara yang saling berkompetisi di berbagai bidang seperti bidang teknologi, industri, pendidikan dan bidang lainnya. Setiap negara selalu berupaya untuk menunjukkan hasil terbaiknya. Kemajuan di bidang industri merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan pada era globalisasi saat ini. Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang juga selalu berupaya untuk meningkatkan kemajuan di bidang industri. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan perekonomian negara Indonesia melalui penyerapan tenaga kerja di bidang industri yang akan berdampak pada peningkatan kesejahteraan hidup pekerja, perusahaan, dan lingkungan yang akan memacu pertumbuhan ekonomi Negara.

Setiap perusahaan dituntut untuk dapat memenuhi kriteria keinginan konsumen dengan menghasilkan produk yang berkualitas tinggi. Untuk dapat mewujudkan hal tersebut perusahaan harus mampu memaksimalkan setiap sumber daya yang ada guna meningkatkan produktivitas yang dimiliki perusahaan. Salah satu cara perusahaan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan adalah melalui minimasi produk cacat. Produk cacat adalah produk yang dihasilkan dalam proses produksi, dimana produk yang dihasilkan tersebut tidak sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan, tetapi secara ekonomis produk tersebut dapat diperbaiki dengan mengeluarkan biaya tertentu. Adanya produk cacat ini akan menciptakan pemborosan-pemborosan baik dari segi waktu, tenaga dan biaya. Dalam era persaingan yang demikian ketat ini, terdapat aspek yang tidak kalah pentingnya, yaitu kualitas. Kualitas merupakan faktor dasar konsumen terhadap produk atau jasa. Kualitas telah menjadi satu-satunya kekuatan terpenting yang membuahkan keberhasilan organisasi dan pertumbuhan perusahaan baik di pasar berskala nasional maupun internasional. (Feigenbaum, 1996). Untuk itu perusahaan dituntut agar menghasilkan suatu produk yang

berkualitas prima karena segi kualitas produk seringkali menjadi pertimbangan utama konsumen dalam memutuskan dalam keberhasilan bisnis, pertumbuhan maupun peningkatan posisi bersaing perusahaan.

PT Gerbang Saranabaja adalah perusahaan jasa konstruksi bidang *Steel Structure* dan *Pressure Vessel* dengan kapasitas dan spesifikasi disesuaikan dengan kebutuhan konsumen. *Pressure Vessel* atau disebut bejana tekan merupakan wadah tertutup yang dirancang untuk menampung cairan atau gas pada temperatur yang berbeda dari temperatur lingkungan. Adapun salah satu proses produksi pada *Pressure Vessel* yang menjadi perhatian khusus pada bagian *quality control*, adalah proses *welding*. Karena pada proses ini material harus dilakukan pengelasan sesuai dengan *welding standar/code* yang ditentukan ASME Section IX 2013 dan WPS (*Welding Procedur Spesification*). Masalah yang sering terjadi pada proses *welding* ialah kurangnya keperdulian dan perhatian juru las (*welder*) untuk mengikuti prosedur dan standar yang sudah ditetapkan, sehingga berdampak cacat pada hasil pengelasan (*welding defect*). Oleh sebab itu, proses ini harus dilakukan oleh orang yang sesuai dengan kualifikasinya dengan sangat teliti dan harus ada pengendalian agar tidak terjadi perbaikan (*rework*) yang berakibat pada meningkatnya biaya produksi. Karena ketika material harus di *rework* akan menyebabkan pemborosan (*over budget*), sehingga mengganggu proses produksi dan jadwal produksi akan mundur sehingga akan menurunkan mutu perusahaan secara tidak langsung.

Metode pengendalian kualitas yang dapat digunakan adalah *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA). FMEA adalah teknik yang digunakan untuk mendefinisikan, mengidentifikasi, dan menghilangkan kegagalan dan masalah pada proses produksi, baik permasalahan yang telah diketahui maupun yang mempunyai potensi akan terjadi pada sebuah sistem. FMEA dapat memberikan usulan perbaikan proses produksi yang mempunyai tingkat kegagalan yang tinggi. Selain itu penelitian ini juga dilengkapi dengan *Fault Tree Analysis* (FTA). FTA berguna untuk menggambarkan kejadian dalam suatu sistem. Kelebihan dari FTA adalah dapat menganalisis kegagalan sistem, mencari aspek-aspek dari sistem

yang terlibat dalam kegagalan utama, dan menemukan penyebab terjadinya suatu kegagalan.

Oleh sebab itu, pada laporan ini akan membahas tentang permasalahan kualitas pada proses produksi *Pressure Vessel Flare KO Drum* dengan *tag number V-750* dan dapat memberikan tindakan perbaikan mutu dari produk yang dihasilkan tersebut, sehingga kesalahan yang terjadi bisa diminimalisir.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Berapa jumlah persentase kegagalan yang terjadi pada bagian pengelasan (*welding*) *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*?
2. Bagaimana mengetahui potensi kegagalan dan tingkat keparahan efek dari proses *welding body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*?
3. Apa saja yang menjadi akar penyebab kegagalan yang terjadi pada proses *welding*?
4. Apa saja tindakan pengendalian kualitas yang perlu dilakukan untuk meminimasi kegagalan yang telah diketahui?
5. Bagaimana hasil perbandingan nilai *Risk Priority Number (RPN)* sebelum dan sesudah perbaikan pada *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan jumlah persentase kegagalan yang terjadi pada bagian pengelasan (*welding*) *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*.
2. Mengidentifikasi potensi kegagalan dan tingkat keparahan efek dari proses *welding body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*.
3. Mengidentifikasi apa saja yang menjadi akar penyebab kegagalan yang terjadi pada proses *welding*.
4. Menganalisis tindakan-tindakan pengendalian kualitas yang dilakukan untuk meminimasi kegagalan yang telah diketahui untuk meningkatkan kualitas produk.

5. Mendapatkan hasil perbandingan nilai RPN sebelum dan sesudah perbaikan pada *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*.

1.4 Pembatasan Masalah

Untuk menghindari perluasan masalah, maka perlu ditentukan pembatasan masalah dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT. Gerbang Saranabaja.
2. Pengamatan hanya membahas pada komponen *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*.
3. Penelitian hanya dilakukan pada proses *welding Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*.
4. Penelitian dilakukan dengan metode FMEA dan FTA.
5. Pada penelitian data cacat yang digunakan hanya data pada bulan Februari sampai bulan Maret 2016.
6. Faktor yang dibahas tentang penyebab terjadinya kegagalan, tidak membahas masalah biaya.

1.5 Manfaat Penelitian

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

1. Bagi perusahaan
Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan dalam pengelolaan kebijakan perusahaan untuk mengurangi cacat guna meningkatkan standar mutu yang baik dalam setiap prosesnya, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas perusahaan.
2. Bagi mahasiswa
Dapat mengimplementasikan dan menambah pengetahuan serta wawasan yang berkaitan dengan pengendalian kualitas. Hal ini berkaitan dengan kemampuan mengintegrasikan berbagai cabang ilmu seperti; statistik, metode penelitian, pengendalian kualitas dan cabang lain yang berkaitan.
3. Bagi pihak lain

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

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman, maka penulisan tugas akhir ini didasarkan pada sistematika sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II: LANDASAN TEORI

Bab ini berisi penjelasan tentang teori-teori yang mendasari pembahasan masalah, yaitu mengenai kualitas, pengendalian kualitas, Pengendalian Proses Statistik, (*Statistical Process Control/SPC*), metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Failure Tree Analysis*).

BAB III: METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi penjelasan tentang cara-cara yang digunakan dalam melakukan penelitian tugas akhir.

BAB IV: PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menjabarkan mengenai pengumpulan dan pengolahan data yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan penelitian.

BAB V: ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi analisis mengenai setiap langkah yang dilakukan pada bab sebelumnya dalam hal pengumpulan data, pengolahan data, dan hasil yang diperoleh.

BAB IV: KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB II

LANDASAN TEORI

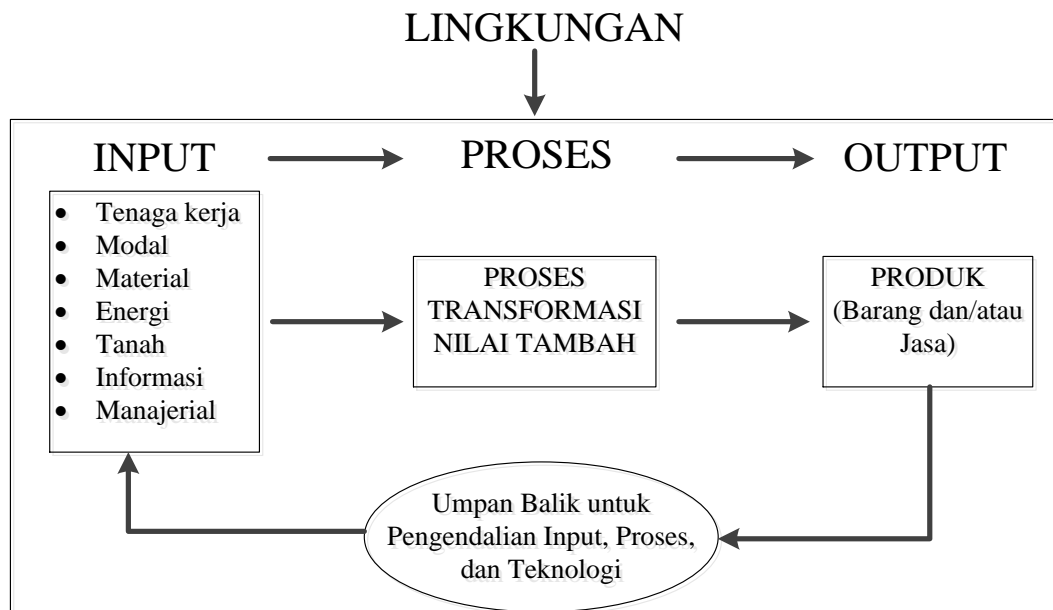
2.1 Sistem Produksi

Organisasi industri merupakan salah satu mata rantai dari sistem perekonomian, karena memproduksi dan mendistribusikan produk (barang/jasa). Produksi merupakan fungsi pokok dalam setiap organisasi, yang mencakup aktivitas yang bertanggung jawab untuk menciptakan nilai tambah produk yang merupakan output dari setiap organisasi industri.

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.

Dalam sistem produksi *modern* terjadi suatu proses transformasi nilai tambah yang mengubah *input* menjadi *ouput* yang dapat dijual dengan harga kompetitif di pasar. Sistem produksi memiliki komponen atau elemen struktural dan fungsional yang berperan penting dalam menunjang operasional sistem produksi itu. Komponen atau elemen struktural yang membentuk sistem produksi terdiri dari bahan (*material*), mesin dan peralatan, tenaga kerja, modal, energi, informasi atau elemen lainnya. Sedangkan komponen atau elemen fungsional terdiri dari perencanaan, pengendalian, koordinasi, dan kepemimpinan, yang berkaitan dengan manajemen dan organisasi. Suatu sistem produksi selalu berada dalam lingkungan, sehingga aspek-aspek lingkungan seperti perkembangan teknologi, sosial, dan ekonomi serta kebijakan pemerintah akan sangat mempengaruhi keberadaan sistem produksi tersebut.

Secara sistematis, sistem produksi dapat digambarkan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Skema Sistem Produksi

Sumber: Gaspersz (2002)

2.2 Kualitas

Pengertian mutu atau kualitas akan berlainan bagi setiap orang dan bergantung pada konteksnya. Mutu atau kualitas suatu barang pada umumnya diukur dengan tingkat kepuasan konsumen atau pelanggan. Seberapa besar kepuasan yang diperoleh pelanggan tergantung dari tingkat kecocokan penggunaan masing-masing pelanggan. Sebagai contohnya seorang pengusaha membeli produk yang digunakan sebagai bahan baku akan mengatakan barang tersebut mempunyai kualitas baik jika barang tersebut dirasa cocok penggunaannya dan mempunyai kemampuan memproses hingga menghasilkan barang jadi dengan biaya yang rendah, atau seorang yang membeli barang jadi dengan harapan memperoleh barang yang berkualitas dalam arti tidak terdapat cacat sehingga orang tersebut tidak rugi mengeluarkan uang untuk membeli barang tersebut. Dengan demikian, pengertian kualitas mencakup kegiatan yang berkaitan dengan tercapainya kepuasan pemakai barang tersebut (Nasution, 2001). Suatu produk akan dinyatakan berkualitas oleh produsen, apabila produk tersebut telah sesuai dengan spesifikasinya.

Para ahli lainnya juga mempunyai pendapat yang berbeda tentang pengertian kualitas, diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Menurut Juran (1992), kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya.
2. Menurut Deming (1982), kualitas adalah kesesuaian dengan kebutuhan pasar.

Kualitas tidak bisa dipandang sebagai suatu ukuran yang sempit. Hal itu bisa dilihat dari beberapa pengertian tersebut diatas, dimana kualitas tidak hanya kualitas produk saja akan tetapi sangat kompleks karena melibatkan seluruh aspek dalam organisasi serta diluar organisasi. Meskipun tidak ada definisi mengenai kualitas yang diterima secara universal, namun dari beberapa definisi kualitas menurut para ahli dibatas terdapat beberapa persamaan, yaitu dalam elemen-elemen sebagai berikut (Nasution, 2005):

1. Kualitas mencakup usaha memenuhi atau melebihi harapan pelanggan.
2. Kualitas mencakup produk, tenaga kerja, proses dan lingkungan.

Kualitas merupakan kondisi yang selalu berubah (misalnya apa yang dianggap merupakan kualitas saat ini mungkin dianggap kurang berkualitas pada masa mendatang).

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas merupakan salah satu teknik yang perlu dilakukan mulai dari sebelum proses produksi berjalan, pada saat proses produksi, hingga proses produksi berakhir dengan menghasilkan produk akhir. Pengendalian kualitas dilakukan agar dapat menghasilkan produk berupa barang atau jasa yang sesuai dengan standar yang diinginkan dan direncanakan, serta memperbaiki kualitas produk yang belum sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan sebisa mungkin mempertahankan kualitas yang sesuai. Adapun pengertian pengendalian kualitas menurut para ahli adalah sebagai berikut:

1. Menurut Gaspersz (2002), pengendalian kualitas adalah teknik dan aktivitas operasional yang digunakan untuk memenuhi standar kualitas yang diharapkan.
2. Menurut Feigenbaum (1991), pengendalian kualitas merupakan 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.

2.3.1 Tujuan Pengendalian Kualitas

Adapun tujuan dari pengendalian kualitas menurut Assauri (1998), yaitu:

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

Tujuan utama pengendalian kualitas adalah untuk mendapatkan jaminan bahwa kualitas produk atau jasa yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang 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 kegiatan produksi yang dilaksanakan akan dikendalikan, supaya barang atau jasa yang dihasilkan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan, dimana penyimpangan-penyimpangan yang terjadi diusahakan untuk diminimumkan. Pengendalian kualitas juga menjamin barang atau jasa yang dihasilkan dapat dipertanggungjawabkan seperti halnya pada pengendalian produksi, dengan demikian antara pengendalian produksi dan pengendalian kualitas erat kaitannya dalam pembuatan barang.

2.3.2 Faktor-faktor Pengendalian Kualitas

Menurut Montgomery (2001) dan berdasarkan beberapa literatur lain menyebutkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pengendalian kualitas yang dilakukan perusahaan antara lain:

1. Kemampuan Proses

Batas-batas yang ingin dicapai haruslah disesuaikan dengan kemampuan proses yang ada. Tidak ada gunanya mengendalikan suatu proses dalam batas-batas yang melebihi kemampuan atau kesanggupan proses yang ada.

2. Spesifikasi yang berlaku

Spesifikasi hasil produksi yang ingin dicapai harus dapat berlaku, bila ditinjau dari segi kemampuan proses dan keinginan atau kebutuhan konsumen yang ingin dicapai dari hasil produksi tersebut. Dalam hal ini haruslah dapat dipastikan dahulu apakah spesifikasi tersebut dapat berlaku dari kedua segi yang telah disebutkan di atas sebelum pengendalian kualitas pada proses dapat dimulai.

3. Tingkat ketidaksesuaian yang dapat diterima

Tujuan dilakukannya pengendalian suatu proses adalah dapat mengurangi produk yang berada di bawah standar seminimal mungkin. Tingkat pengendalian yang diberlakukan tergantung pada banyaknya produk yang berada dibawah standar yang dapat diterima.

4. Biaya kualitas

Biaya kualitas sangat mempengaruhi tingkat pengendalian kualitas dalam menghasilkan produk dimana biaya kualitas mempunyai hubungan yang positif dengan terciptanya produk yang berkualitas.

2.3.3 Variasi

Variasi merupakan perubahan dari sebuah karakteristik khusus yang menentukan seberapa stabil sebuah proses. Variasi dipengaruhi oleh lingkungan, orang, mesin atau perlengkapan, metode atau prosedur, pengukuran dan bahan mentah (Pande dkk, 2002). Variasi merupakan akibat dari sebab-sebab khusus dan sebab alamiah (umum). Sebab khusus dapat dihilangkan dengan menggunakan piranti atau alat perbaikan proses, sedangkan sebab alamiah dapat diatasi dengan dilakukannya perbaikan proses secara kontinu (Nasution, 2001). Penyebab khusus dan penyebab umum memiliki pengertian:

1. Penyebab khusus

Kejadian atau peristiwa yang mempengaruhi proses hanya di bawah keadaan “khusus” yakni bukan bagian dari operasi normal atau harian dari proses (Pande dkk, 2002).

2. Penyebab umum

Pengaruh biasa, terjadi setiap hari pada proses. Penyebab umum biasanya lebih sulit untuk dieliminasi dan mengharuskan perubahan pada proses (Pande dkk, 2002).

Huruf kecil “Sigma” dalam alphabet Yunani (σ) merupakan sebuah simbol yang digunakan dalam notasi statistik untuk menunjukkan “deviasi standar” dari sebuah populasi. Deviasi standar disebut dalam istilah statistik merupakan jumlah indikator jumlah “variasi” atau inkonsistensi di semua kelompok proses. Sebagai contoh ketika membeli makanan siap saji yang manis dan panas, tapi anda mendapatkan makanan itu hangat, tidak panas itulah variasi atau jika anda membeli tiga potong kemeja dengan ukuran yang sama, tetapi yang satu ternyata ukurannya terlalu kecil, maka itu juga disebut variasi. Variasi tidak dapat dihilangkan namun variasi dapat dikurangi dengan cara mereduksi segala sumber yang menjadi penyebab variasi tersebut muncul (Pande dkk, 2002).

2.3.4 Dimensi Kualitas

Dimensi kualitas digunakan untuk mengukur kualitas suatu produk berdasarkan atribut-atribut tertentu yang dimiliki suatu produk. Kualitas memiliki delapan dimensi yang terfokus pada pendekatan strategi dan nilai kompetitif. dalam (Ariani, 2003) menguraikan delapan dimensi kualitas sebagai dasar perencanaan strategis untuk industri manufaktur. Kedelapan dimensi tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Performance* (performansi), yaitu kesesuaian produk dengan fungsi utama produk itu sendiri atau karakteristik operasi dari suatu produk.
2. *Feature* (ciri), yaitu ciri khas produk yang membedakan dari produk lain yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan.

3. *Reliability* (kehandalan), yaitu karakteristik yang merefleksikan kemungkinan tingkat keberhasilan dalam penggunaan produk.
4. *Conformance* (kesesuaian), yaitu kesesuaian produk terhadap spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan keinginan pelanggan. Konformansi merefleksikan derajat di mana karakteristik desain produk dan karakteristik operasi memenuhi standar yang telah ditetapkan, serta sering didefinisikan sebagai konformansi sebagai kebutuhan (*conformance to requirements*).
5. *Durability* (ketahanan), yaitu ukuran masa pakai produk. Karakteristik ini berkaitan dengan daya tahan dari produk itu.
6. *Serviceability* (pelayanan), yaitu karakteristik yang berkaitan dengan kecepatan, keramahan, kompetensi, kemudahan, serta akurasi dalam perbaikan.
7. *Aesthetic* (estetika), yaitu keindahan atau daya tarik produk tersebut. Karakteristik ini bersifat subyektif sehingga berkaitan dengan pertimbangan pribadi dan refleksi dari preferensi individual.
8. *Perception* (reputasi), yaitu fanatisme konsumen akan merek suatu produk tertentu karena citra atau reputasi produk itu sendiri.

Bila dimensi-dimensi di atas lebih banyak diterapkan pada perusahaan manufaktur, maka berdasarkan berbagai penelitian terhadap beberapa jenis jasa, Parasuraman (1985) berhasil mengidentifikasi lima kelompok karakteristik yang digunakan oleh para pelanggan dalam mengevaluasi kualitas jasa, yaitu sebagai berikut.

1. Bukti langsung (*tangibles*), meliputi fasilitas fisik, perlengkapan, pegawai, dan sarana komunikasi.
2. Kehandalan (*reliability*), yakni kemampuan memberikan pelayanan yang dijanjikan dengan segera dan memuaskan.
3. Daya tanggap (*responsiveness*), yaitu keinginan para staf untuk membantu para pelanggan dan memberikan pelayanan dengan tanggap.
4. Jaminan (*assurance*), mencakup kemampuan, kesopanan, dan sifat dapat dipercaya yang dimiliki para staf; bebas dari bahaya, resiko atau keraguan.

5. Empati, meliputi kemudahan dalam melakukan hubungan, komunikasi yang baik, dan memahami kebutuhan para pelanggan.

Dari penjelasan di atas mengenai dimensi kualitas dapat ditarik kesimpulan bahwa semua perusahaan yang ingin berhasil memasarkan produknya dan bersaing secara sehat dalam menciptakan kualitas yang terbaik untuk memenuhi kepuasan pelanggan dapat melaksanakan dimensi kualitas tersebut dengan baik. Dengan begitu upaya peningkatan kualitas untuk peningkatan kepuasan pelanggan dapat tercapai.

2.3.5 Manajemen Kualitas

Manajemen kualitas adalah suatu filosofi yang mengintegrasikan beberapa fokus utama, yaitu fokus pada pelanggan, proses kerja, keuntungan, dan proses belajar yang berkelanjutan. Sedangkan manajemen kualitas menurut ISO 8402 (*Quality Vocabulary*) dalam Gasperz (1997) adalah semua aktivitas dari fungsi manajemen secara keseluruhan yang menentukan kebijaksanaan kualitas, tujuan-tujuan dan tanggung jawab, serta mengimplementasikannya melalui alat-alat seperti perencanaan kualitas (*quality planning*), pengendalian kualitas (*quality controlling*), jaminan kualitas (*quality assurance*) dan peningkatan kualitas (*quality improvement*). Beberapa manfaat yang diperoleh dari penerapan manajemen kualitas, yaitu (Herjanto, 2007):

1. Mengurangi biaya operasi
2. Meningkatkan kepuasan pelanggan
3. Meningkatkan moral perusahaan
4. Membangun sebuah proses peningkatan yang berkelanjutan
5. Menciptakan rekayasa ulang proses usaha
6. Memperoleh dan membangun keunggulan kompetitif
7. Membangun dasar untuk mendapatkan pengakuan atau sertifikasi

2.3.6 Prinsip Manajemen Mutu

Prinsip manajemen mutu digunakan untuk memimpin organisasi ke arah perbaikan kinerja. Berikut adalah beberapa prinsip manajemen mutu sebagai perbaikan kinerja suatu perusahaan (Gasperz, 2001).

1. Fokus terhadap pelanggan
2. Kepemimpinan
3. Perlibatan anggota
4. Pendekatan proses
5. Pendekatan sistem pada manajemen
6. Perbaikan berkesinambungan
7. Pendekatan fakta pada pengambilan keputusan
8. Hubungan yang saling menguntungkan dengan pemasok

2.4 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

2.4.1 Sejarah FMEA

Disiplin ilmu FMEA pada awalnya dikembangkan di Militer Amerika Serikat. Prosedur Militer MIL-P-1629, prosedur berjudul untuk melakukan modus kegagalan, efek dan analisis kekritisan bertanggal 9 November 1949. Metode ini digunakan sebagai teknik evaluasi keandalan untuk mencegah pengaruh sistem dan kegagalan peralatan.

Di luar militer aplikasi formal FMEA pertama kali diadopsi untuk industri kedirgantaraan, mana FMEA sudah digunakan selama Apollo misi di tahun 1960. Pada awal 1980-an, Amerika Negara perusahaan otomotif mulai resmi menggabungkan FMEA dalam pengembangan produk mereka proses. Sebuah satuan tugas yang mewakili Chrysler Corporansum, Ford Motor Company dan General Motors.

2.4.2 Pengertian FMEA

FMEA (*failure mode and effect analysis*) menurut Gasperz (2002) 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. Suatu mode kegagalan adalah apa saja yang termasuk dalam kecacatan/kegagalan dalam desain, kondisi diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan, atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk itu.

Terdapat dua penggunaan FMEA yaitu dalam bidang desain (FMEA Desain) dan dalam proses (FMEA Proses). FMEA Desain akan membantu

menghilangkan kegagalan-kegagalan yang terkait dengan desain, misalnya kegagalan karena kekuatan yang tidak tepat, material yang tidak sesuai, dan lain-lain. FMEA Proses akan menghilangkan kegagalan yang disebabkan oleh perubahan-perubahan dalam variabel proses, misal kondisi diluar batas-batas spesifikasi yang ditetapkan seperti ukuran yang tidak tepat, tekstur dan warna yang tidak sesuai, ketebalan yang tidak tepat, dan lain-lain. Penelitian tugas akhir ini menggunakan metode FMEA Proses.

2.4.3 Tujuan FMEA

Tujuan dari penerapan FMEA adalah mencegah masalah terjadi pada proses dan produk. Jika digunakan dalam desain dan proses manufaktur, FMEA dapat mengurangi atau menekan biaya dengan mengidentifikasi dan memperbaiki produk dan proses secara cepat pada saat proses pengembangan. Pembuatannya yang relatif mudah serta tidak membutuhkan biaya yang banyak. Hasilnya adalah proses yang menjadi lebih baik karena telah dilakukan tindakan koreksi dan mengurangi serta mengeliminasi kegagalan (McDermott, 2009). Beberapa tujuan dari penerapan FMEA menurut Chrysler (2008) adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi penyebab kegagalan proses dalam memenuhi kebutuhan pelanggan.
2. Memperkirakan risiko penyebab tertentu yang menyebabkan kegagalan.
3. Mengevaluasi rencana pengendalian untuk mencegah kegagalan.
4. Melaksanakan prosedur yang diperlukan untuk memperoleh suatu proses bebas dari kesalahan.

Penggunaan efektif FMEA dapat menghasilkan pengurangan dalam hal-hal berikut (McDermott, 2009):

1. Meningkatkan reliabilitas dan kualitas produk/proses.
2. Meningkatkan kepuasan pelanggan.
3. Cepat dalam mengidentifikasi dan mengurangi kecacatan yang terjadi pada produk/proses.
4. Memprioritaskan pada kekurangan produk/proses.
5. Mendapatkan perekayasa atau pembelajaran keorganisasian.
6. Menekankan pada pencegahan terjadinya masalah.

7. Mempunyai sistem pengulangan jenis kecacatan komponen yang sistematis untuk meyakinkan bahwa beberapa kegagalan minimal menghasilkan kerugian bagi produk dan proses.
8. Mengetahui efek-efek dari kegagalan pada produk atau proses yang diteliti dan fungsi-fungsinya.
9. Menetapkan komponen-komponen dari produk atau proses yang gagal akan memiliki efek kritis pada produk atau proses dan kecacatan-kecacatan tersebut akan menghasilkan efek merugikan.

2.4.4 Jenis FMEA

Terdapat beberapa tipe FMEA yaitu desain FMEA, proses FMEA, sistem FMEA, servis FMEA, dan produk FMEA. Berikut adalah penjelasan singkat mengenai tipe-tipe FMEA.

1. Desain FMEA, digunakan untuk menganalisa produk sebelum dimasukkan ke dalam proses produksi. Desain FMEA fokus pada modus kegagalan yang diakibatkan oleh desain (Stamatis, 2003).
2. Proses FMEA, digunakan untuk menganalisa proses produksi dan perakitan. Proses FMEA ini fokus pada modus kegagalan yang disebabkan oleh proses produksi atau perakitan (Stamatis, 2003).
3. Sistem FMEA, digunakan untuk menganalisa sistem dan subsistem dalam proses desain dan konsep. Sistem FMEA ini fokus pada modus kegagalan antara fungsi dari sistem yang disebabkan oleh defisiensi sistem (Stamatis, 2003).
4. Servis FMEA, digunakan untuk menganalisa servis sebelum mencapai ke konsumen. Servis FMEA fokus pada kegagalan yang disebabkan oleh sistem atau proses (Stamatis, 2003).
5. Produk FMEA, fokus pada modus kegagalan yang terjadi pada produk atau proyek (Williams, 2005).

Dalam industri manufaktur, kebanyakan perusahaan membagi FMEA ke dalam dua jenis yaitu desain FMEA dan proses FMEA. Menurut Besterfield (1995), FMEA dibagi kedalam dua jenis yaitu:

1. *Design FMEA* yaitu alat yang digunakan untuk memastikan bahwa *potential failure modes*, sebab dan akibatnya telah diperhatikan terkait dengan karakteristik desain digunakan oleh *Design Responsible Engineer/Team*. *Design FMEA* akan menguji fungsi dari komponen, sub sistem dan sistem. Modus potensialnya dapat berupa kesalahan pemilihan jenis material, ketidaktepatan spesifikasi dan yang lainnya. Seharusnya dilakukan sejak dilakukan desain produk awal.
2. *Process FMEA* yaitu alat yang digunakan untuk memastikan bahwa *potential failure modes*, sebab dan akibatnya telah diperhatikan terkait dengan karakteristik prosesnya, digunakan oleh *Manufacturing Engineer/Team*. *Process FMEA* akan menguji kemampuan proses yang akan digunakan untuk membuat komponen, sub sistem dan sistem. Modus potensialnya dapat berupa kesalahan operator dalam merakit *part*, adanya variasi proses yang terlalu besar sehingga produk diluar batas spesifikasi yang telah ditetapkan serta faktor yang lainnya. Seharusnya dilakukan pada desain proses manufaktur.

2.4.5 Elemen-Elemen Proses FMEA

Elemen FMEA dibangun berdasarkan informasi yang mendukung analisa. Beberapa elemen–elemen FMEA adalah sebagai berikut:

1. Fungsi proses, merupakan deskripsi singkat mengenai proses pembuatan item dari sistem yang akan dianalisa.
2. Mode kegagalan potensial, merupakan suatu kemungkinan proses, produk, atau sistem tidak berhasil memenuhi spesifikasi yang ditetapkan.
3. Efek kegagalan potensial, merupakan suatu efek dari bentuk kegagalan yang terjadi atas proses, produk, atau sistem.
4. Tingkat keparahan atau *severity* (S), merupakan penilaian keseriusan efek dari bentuk kegagalan potensial.
5. Penyebab potensial adalah bagaimana kegagalan tersebut terjadi. Dideskripsikan sebagai sesuatu yang dapat diperbaiki.
6. Keterjadian atau *occurrence* (O) adalah tingkat keseringan penyebab kegagalan spesifik dari suatu proyek tersebut terjadi.

7. Pengendalian saat ini, yaitu kontrol yang dilakukan saat ini untuk mengurangi kesempatan terjadinya kegagalan.
8. Deteksi atau *detection* (D), merupakan penilaian dari kemungkinan alat tersebut dapat mendeteksi penyebab potensial terjadinya bentuk kegagalan.
9. *Risk Priority Number* (RPN), merupakan angka prioritas risiko yang didapatkan dari perkalian *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*.
10. Tindakan yang direkomendasikan (*recommended action*), yaitu bentuk tindakan perbaikan yang harus segera dilakukan pada bentuk kegagalan dengan nilai RPN tertinggi dan pada tiap prioritas.

2.4.6 Langkah Pembuatan FMEA

Terdapat langkah dasar dalam proses *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), yaitu sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi fungsi pada proses produksi yang dianalisa.
2. Mengidentifikasi *potential failure mode* proses produksi yang dianalisa.
3. Mengidentifikasi *potential effect of failure* yang diterima oleh pelanggan selanjutnya, bisa proses selanjutnya ataupun pelanggan akhir.
4. Menentukan *rating severity*

Severity adalah nilai tingkat keparahan dari dampak yang ditimbulkan terhadap konsumen maupun terhadap kelangsungan proses selanjutnya. Dampak tersebut dimulai dari skala 1 sampai 10. Penentuan *rating severity* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Kriteria *Severity*

Severity (S)		
Efek	Kriteria	Rangking
Berbahaya tanpa ada peringatan	Dapat membahayakan operator serta tidak adanya peringatan.	10
Berbahaya dan ada peringatan	Dapat membahayakan operator serta adanya peringatan.	9
Sangat Tinggi	100% produk harus dibuang.	8
Tinggi	Produk yang cacat menyebabkan sebagian produk harus dibuang dan sisanya dapat <i>dirework</i> , dan pelanggan tidak puas.	7
Sedang	Sebagian kecil menjadi <i>scrap</i> , sisanya tidak perlu disortir (sudah baik) dan pelanggan tidak puas dengan produk yang dihasilkan.	6
Rendah	Sedikit mengganggu produksi, 100% produk dapat <i>dirework</i> .	5
Sangat Rendah	Sebagian produk kurang dari 100% harus diperbaiki.	4
Kecil	Hanya sebagian kecil yang <i>dirework</i> dan sisanya sudah baik	3
Sangat kecil	Sedikit pada proses, kurang dari 100% harus diperbaiki langsung di tempat kerja, dan pelanggan sangat tidak puas.	2
Tidak ada	Tidak ada efek apapun untuk konsumen	1

Sumber: (PT Gerbang Saranabaja)

5. Mengidentifikasi *potential cause* dari setiap kegagalan proses yang dianalisa.
6. Menentukan *rating occurrence*

Occurrence adalah seberapa sering kemungkinan kegagalan terjadi selama proses produksi. Penentuan nilai *occurrence* bisa dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria *Occurrence*

Probabilitas Kegagalan	Tingkat Kegagalan	Ranking
Sangat Tinggi: Kegagalan hampir tidak dapat dihindarkan	$\geq 100/1000$ komponen	10
	50/1000 komponen	9
Tinggi: ada hubungannya dengan proses yang sama dengan proses sebelumnya dimana kegagalan sering terjadi	20/1000 komponen	8
	10/1000 komponen	7
Moderate: Ada hubungannya dengan proses yang sama dengan proses sebelumnya dimana sering terjadi kegagalan, kadang-kadang terjadi, tetapi tidak dalam proporsi besar. (Kegagalan jarang terjadi)	5/1000 komponen	6
	2/1000 komponen	5
	1/1000 komponen	4
Rendah :Hanya kegagalan tertentu yang terjadi pada proses yang sama.	0.5/1000 komponen	3
	0.1/1000 komponen	2
Sangat Rendah	Kegagalan dieliminasi melalui pengendalian preventif	1

Sumber : (PT Gerbang Saranabaja)

7. Mengidentifikasi mode deteksi yang dilakukan selama proses produksi.
8. Menentukan *rating detection*

Detection merupakan seberapa jauh penyebab kegagalan dapat terdeteksi yang terdiri dari *rating* 1 sampai 10. Penentuan nilai *detection* dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Kriteria *Detection*

<i>Detection</i>	Kriteria Kemungkinan Cacat Bisa Dideteksi Oleh Proses Kontrol yang Ada	Ranking
Hampir Tidak Mungkin	Tidak ada pengendalian proses, tidak dapat dideteksi	10
Sangat sedikit	<i>Failure mode</i> tidak mudah dideteksi	9
Sedikit	<i>Failure mode</i> mempunyai peluang yang kecil untuk mendeteksi kegagalan	8
Sangat Lemah	<i>Failure mode</i> sangat rendah kemungkinan kontrol untuk mendeteksi kegagalan	7
Lemah	<i>Failure mode</i> rendah kemungkinan kontrol untuk mendeteksi kegagalan	6
Moderate	Inspeksi yang sangat hati-hati dengan indera manusia untuk mengetahui cacat yang terjadi	5
Menengah-Tinggi	Inspeksi yang hati-hati dengan indera manusia untuk mengetahui cacat yang terjadi	4
Tinggi	Kontrol mempunyai peluang yang besar untuk mendeteksi kegagalan	3
Sangat Tinggi	Kontrol hampir pasti mendeteksi kegagalan dan mencegah untuk diproses lebih lanjut	2
Hampir Pasti	Hampir pasti kontrol yang ada dapat mendeteksi kegagalan dengan pengendalian proses.	1

Sumber : (PT Gerbang Saranabaja)

- Menghitung *risk priority number* (RPN) dengan mengalikan *rating severity*, *occurrence*, dan *detection*.

$$RPN = S \times O \times D \quad \dots (3.10)$$

Nilai RPN berkisar dari 1–1000, dengan 1 sebagai kemungkinan risiko terkecil. Nilai RPN dapat digunakan sebagai panduan untuk mengetahui masalah yang paling serius dengan indikasi angka yang paling tinggi memerlukan prioritas penanganan.

10. Usulan perbaikan. Usulan perbaikan dilakukan dengan merekomendasikan tindakan perbaikan yang sesuai dengan masalah yang ada pada proses yang dianalisa tujuannya untuk mengurangi nilai satu atau lebih kriteria penyusun RPN.

2.5 *Fault Tree Analysis (FTA)*

2.5.1 *Pengertian Fault Tree Analysis (FTA)*

Teknik untuk mengidentifikasi kegagalan (*failure*) dari suatu sistem dengan memakai FT (*fault tree*) diperkenalkan pertama kali pada tahun 1962 oleh Bell Telephone Laboratories dalam kaitannya dengan studi tentang evaluasi keselamatan sistem peluncuran minutan misile antar benua. Boeing company memperbaiki teknik yang dipakai oleh Bell Telephone Laboratories dan memperkenalkan program komputer untuk melakukan analisa dengan memanfaatkan FT baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif.

Metode FTA (*Fault Tree Analysis*) sering digunakan untuk menganalisis kegagalan sistem. *Fault Tree Analysis (FTA)* adalah metode dimana terdapat suatu kejadian yang tidak diinginkan disebut *undesired event* terjadi pada suatu sistem dan sistem tersebut kemudian dianalisis dengan kondisi lingkungan dan operasional yang ada untuk menemukan semua cara yang mungkin terjadi yang mengarah pada terjadinya *undesired event* tersebut (Vesley dkk, 1981).

Dengan metode FTA ini, akan dapat diketahui kegagalan-kegagalan yang menjadi penyebab terjadinya *undesired event* tersebut. Untuk menganalisis kegagalan sistem dengan metode FTA, perlu dibuat pohon kegagalan atau *fault tree* dari sistem yang dianalisis terlebih dahulu. *Fault tree* adalah model grafis dari kegagalan-kegagalan pada sistem dan kombinasinya yang menghasilkan terjadinya *undesired event* (Vesley dkk, 1981). Kegagalan yang ada pada sistem bisa dikarenakan kegagalan komponennya, kegagalan pada manusia yang mengoperasikannya atau disebut juga *human error*, dan kejadian-kejadian di luar sistem yang dapat mengarah pada terjadinya *undesired event*.

Fault tree dibangun berdasarkan pada salah satu *undesired event* yang dapat terjadi pada sistem. Hanya bagian-bagian tertentu dari sistem yang

berhubungan beserta kegagalan-kegagalan yang ada, yang dipakai untuk membangun *fault tree*.

Pada satu sistem bisa terdapat lebih dari satu *undesired event* dan masing-masing *undesired event* mempunyai representasi *fault tree* yang berbeda-beda yang disebabkan faktor-faktor atau bagian-bagian sistem dan kegagalan yang mengarah pada satu kejadian berbeda dengan lainnya. Pada *fault tree*, *undesired event* disebut juga dengan *top event*.

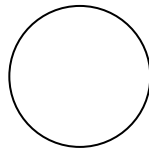
2.5.2 Simbol dan Istilah dalam *Fault Tree*

Simbol-simbol dan istilah yang digunakan dalam *fault tree* adalah simbol kejadian dan simbol gerbang.

2.5.2.1 Simbol Kejadian

Simbol kejadian adalah simbol yang berisi keterangan kejadian pada sistem, dapat dilihat sebagai berikut.

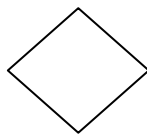
1. *Basic event*



Gambar 2.2 *Basic event*
Sumber: Vasely (1981)

Simbol lingkaran ini digunakan untuk menyatakan *basic event* atau *primary event* atau kegagalan mendasar yang tidak perlu dicari penyebabnya. Artinya, simbol lingkaran ini merupakan batas akhir penyebab suatu kejadian.

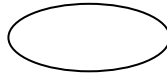
2. *Undevelopment event*



Gambar 2.3 *Undevelopment event*
Sumber: Vasely (1981)

Simbol wajik atau *diamond* ini untuk menyatakan *undevelopment event* atau kejadian tidak berkembang, yaitu suatu kejadian kegagalan tertentu yang tidak dicari penyebabnya baik karena kejadiannya tidak cukup berhubungan atau karena tidak tersedia informasi yang terkait dengannya.

3. *Conditioning event*

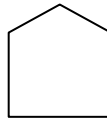


Gambar 2..4 *Conditioning event*

Sumber: Vasely (1981)

Simbol oval ini untuk menyatakan *conditioning event*, yaitu suatu kondisi atau batasan khusus yang diterapkan pada suatu gerbang (biasanya pada gerbang INHIBIT dan PRIORITY AND). Jadi kejadian *output* terjadi jika kejadian *input* terjadi memenuhi suatu kondisi tertentu.

4. *External event*



Gambar 2.5 *External event*

Sumber: Vasely (1981)

Simbol rumah digunakan untuk menyatakan *external event* yaitu kejadian yang diharapkan muncul secara normal dan tidak termasuk dalam kejadian gagal.

5. *Intermediate event*



Gambar 2.6 *Intermediate event*

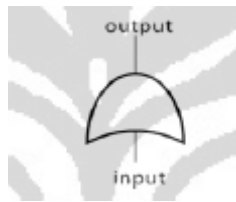
Sumber: Vasely (1981)

Simbol persegi panjang ini berisi kejadian yang muncul dari kombinasi kejadian-kejadian *input* gagal yang masuk ke gerbang.

2.5.2.2 Simbol Gerbang

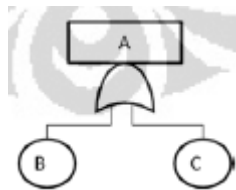
Simbol gerbang dipakai untuk menunjukkan hubungan diantara kejadian *input* yang mengarah pada kejadian *output* dengan kata lain, kejadian *output* disebabkan oleh kejadian *input* yang berhubungan dengan cara tertentu. Simbol gerbang yaitu:

1. Gerbang OR



Gambar 2.7 Gerbang OR
Sumber: Vasely (1981)

Gerbang OR dipakai untuk menunjukkan bahwa kejadian yang akan muncul terjadi jika satu atau lebih kejadian gagal yang merupakan *input*-nya terjadi. Kejadian A terjadi jika *basic event* B terjadi, *basic event* C tidak terjadi. Kejadian A juga terjadi jika *basic event* C terjadi, *basic event* B tidak terjadi.



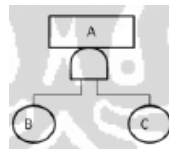
Gambar 2.8 Kejadian A terjadi jika B atau C terjadi
Sumber: Vasely (1981)

2. Gerbang AND



Gambar 2.9 Gerbang AND
Sumber: Vasely (1981)

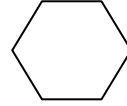
Gerbang AND digunakan untuk menunjukkan kejadian *output* muncul hanya jika semua *input* terjadi.



Gambar 2.10 Kejadian A terjadi jika B dan C terjadi
Sumber: Vasely (1981)

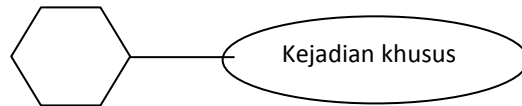
Kejadian A terjadi jika kejadian B terjadi, kejadian C juga terjadi pada suatu waktu.

3. Gerbang INHIBIT



Gambar 2.11 Gerbang INHIBIT
Sumber: Vasely (1981)

Gerbang INHIBIT, dilambangkan dengan segi enam, merupakan kasus khusus dari gerbang AND. *Output* disebabkan oleh satu *input*, tetapi juga harus memenuhi kondisi tertentu sebelum *input* dapat menghasilkan *output*.



Gambar 2.12 Gerbang INHIBIT dengan kejadian khusus
Sumber: Vasely (1981)

4. Gerbang EXCLUSIVE OR



Gambar 2.13 Gerbang EXCLUSIVE OR
Sumber: Vasely (1981)

Gerbang EXCLUSIVE OR adalah gerbang OR dengan kasus tertentu, yaitu kejadian *output* muncul jika tepat satu kejadian ikut muncul.

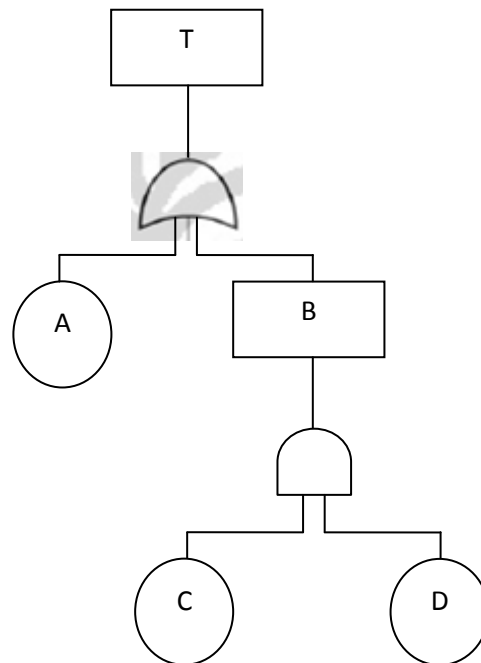
5. Gerbang PRIORITY AND



Gambar 2.14 Gerbang PRIORITY AND
Sumber: Vasely (1981)

Gerbang PRIORITY AND adalah gerbang AND dengan syarat dimana kejadian *output* muncul hanya jika semua kejadian *input* muncul dengan urutan tertentu.

Contoh *Fault Tree*:



Gambar 2.15 Contoh *Fault Tree*
Sumber: Vasely (1981)

Gambar 2.15 menyatakan bahwa kejadian *top event* T terjadi jika kejadian A terjadi atau kejadian B terjadi. Kejadian A merupakan *basic event* yang tidak diselidiki lagi penyebabnya, sedangkan kejadian B merupakan *intermediate event* dan terjadi jika kejadian C dan kejadian D terjadi. Kejadian C dan D merupakan *basic event*.

2.5.3 Langkah-Langkah Membuat *Failure Tree Analysis* (FTA)

FTA menggunakan langkah-langkah terstruktur dalam melakukan analisis pada sistem. Adapun langkah-langkah FTA, yaitu:

1. Mengidentifikasi kejadian/peristiwa terpenting dalam sistem (*top level event*). Langkah pertama dalam FTA ini merupakan langkah penting karena akan mempengaruhi hasil analisis sistem. Pada tahap ini, dibutuhkan pemahaman tentang sistem dan pengetahuan tentang jenis-jenis kerusakan (*undesired event*) untuk mengidentifikasi akar permasalahan sistem. Pemahaman tentang sistem dilakukan dengan mempelajari semua informasi tentang sistem dan ruang lingkupnya.
2. Membuat pohon kesalahan

Setelah permasalahan terpenting teridentifikasi, langkah berikutnya adalah menyusun urutan sebab akibat pohon kesalahan. Pada tahap ini, pembuatan pohon kesalahan dilakukan dengan menggunakan simbol-simbol.

3. Menganalisis pohon kesalahan

Analisis pohon kesalahan diperlukan untuk memperoleh informasi yang jelas dari suatu sistem dan perbaikan-perbaikan apa yang harus dilakukan pada sistem. Salah satu cara yang digunakan adalah dengan menganalisis secara kualitatif. Analisis ini menggunakan Boolean dalam menentukan prioritas risiko dengan menggunakan *minimal cut set* menggunakan fungsi “and” dan “or”. Analisis kualitatif ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi kegagalan yang menyebabkan *top event* pada suatu sistem.

2.5.4 Minimal Cut Set

Cut set adalah himpunan dari *basic event* dimana jika semua *basic event* tersebut muncul, akan terjadi *top event*. *Minimal cut set* adalah himpunan kombinasi terkecil *basic event* dimana jika *basic event* terjadi akan menyebabkan *top event* terjadi.

Minimal cut set ditentukan dengan menggunakan metode aljabar Boolean. Gerbang OR adalah gerbang yang menyatakan gabungan dari kejadian yang ada dan bersesuaian dengan operasi penjumlahan dalam aljabar Boolean, sedangkan gerbang AND adalah gerbang yang menyatakan operasi perkalian. Melalui *minimal cut set* dapat diketahui berapa banyak kejadian yang dapat langsung menyebabkan *top event* terjadi.

Tabel 2.4 Hukum aljabar Boolean.

Jenis	Formula
Hukum Komutatif	$AB = BA$
	$A + B = B + A$
Hukum Asosiatif	$A(BC) = (AB)C$
	$A+(B+C)= (A+B)+C$
Hukum Distributif	$A(B+C)= AB + AC$
	$A + BC = (A=B) (A+C)$

Sumber: Priyanta (2000)

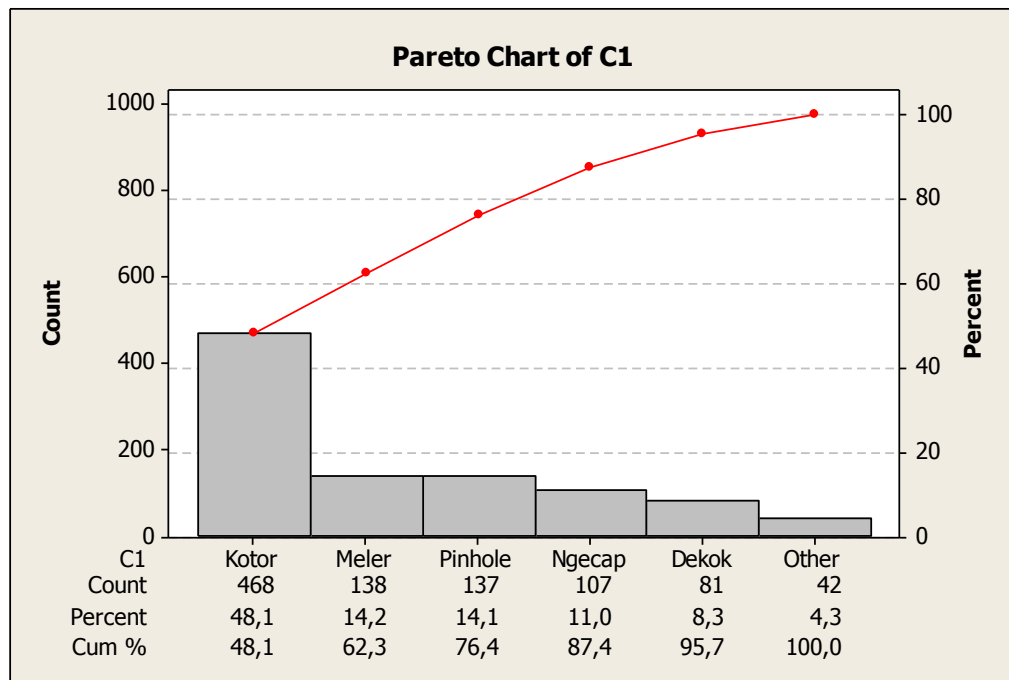
2.6 Alat-Alat Yang Digunakan Pada Metode FMEA dan FTA

2.6.1 Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah diagram yang dikembangkan oleh seorang ahli ekonomi Italia Vilfredo Pareto pada abad ke-19. Diagram Pareto untuk membandingkan berbagai kategori kejadian yang disusun menurut ukurannya, dari yang paling besar di sebelah kiri ke yang paling kecil disebelah kanan. Dengan bantuan Pareto tersebut, kegiatan akan lebih efektif dengan memusatkan perhatian pada sebab-sebab yang mempunyai dampak yang paling besar terhadap kejadian daripada meninjau berbagai sebab pada suatu ketika (Nasution, 2001). Untuk menggunakan diagram Pareto, perlu memastikan bahwa data yang dimiliki adalah data diskrit atau kategori—diagram ini tidak akan berkerja dengan ukuran-ukuran seperti berat atau temperatur (Pande dkk, 2002).

Contoh diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 2.17 di diagramkan menurut prioritas atau tingkat kepentinganya, dengan menggunakan formal grafik batang, dimana 100% menunjukkan kerugian total. Prinsip yang mendasari diagram ini adalah aturan “80-20 yang menyatakan bahwa *'80 % of the trouble comes from 20% or the problems*” (Tjiptono, 2001). Diagram Pareto digunakan untuk (Pande dkk, 2002):

1. Menyaring data masalah menurut wilayah, dan menemukan wilayah mana yang memiliki paling banyak masalah.
2. Membandingkan data *defect* menurut tipe, dan mengetahui *defect* mana yang paling umum.
3. Membandingkan masalah menurut hari dalam minggu (atau bulan, atau waktu dalam hari), untuk mengetahui selama periode mana masalah paling sering terjadi.
4. Menyaring *complain* pelanggan menurut tipe komplain, untuk mengetahui komplain apa yang paling umum.



Gambar 2.16 Contoh Diagram Pareto
 Sumber: Nasution (2001)

2.6.2 Peta Kendali

Peta kendali adalah suatu alat yang secara grafis digunakan untuk memonitor dan mengevaluasi apakah suatu aktivitas/proses berada dalam pengendalian kualitas secara statistika atau tidak sehingga dapat memecahkan masalah dan menghasilkan perbaikan kualitas. Peta kendali menunjukkan adanya perubahan data dari waktu ke waktu, tetapi tidak menunjukkan penyebab penyimpangan meskipun penyimpangan itu akan terlihat pada peta kendali.

Peta kendali digunakan untuk membantu mendeteksi adanya penyimpangan dengan cara menetapkan batas-batas kendali :

1. *Upper Control Limit*/batas kendali atas (UCL), merupakan garis batas atas untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan.
2. *Central Line*/garis pusat atau tengah (CL), merupakan garis yang melambangkan tidak adanya penyimpangan dari karakteristik sampel.
3. *Lower Control Limit*/batas kendali bawah (LCL), merupakan garis batas bawah untuk suatu penyimpangan dari karakteristik sampel.

Peta kontrol berdasarkan jenis data yang digunakan dapat dibedakan menjadi

dua, yaitu:

1. Peta Kontrol Variabel

Peta kendali variabel digunakan untuk mengendalikan kualitas produk selama proses produksi yang bersifat variabel dan dapat diukur, seperti berat, ketebalan, panjang, volume, dan diameter. Peta kendali variabel biasanya digunakan untuk pengendalian proses yang didominasi oleh mesin. Peta kendali variabel dibagi menjadi dua, yaitu:

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

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

b. Peta kendali rentang (\bar{R} Chart)

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

2. Peta Kontrol Atribut

Peta kendali atribut digunakan untuk mengendalikan kualitas produk selama proses produksi yang tidak dapat diukur tetapi dapat dihitung sehingga kualitas produk dapat dibedakan dalam karakteristik baik atau buruk, berhasil atau gagal. Peta kendali atribut dibagi menjadi empat, yaitu:

a. Peta kendali kerusakan (p Chart)

Digunakan untuk menganalisis banyaknya barang yang ditolak yang ditemukan dalam pemeriksaan atau sederetan pemeriksaan terhadap total barang yang diperiksa.

b. Peta kendali kerusakan per unit (np Chart)

Digunakan untuk menganalisis banyaknya butir yang ditolak per unit.

c. Peta kendali ketidaksesuaian (C Chart)

Digunakan untuk menganalisis dengan cara menghitung jumlah produk yang mengalami ketidaksesuaian dengan cara spesifikasi.

d. Peta kendali ketidaksesuaian per unit (U Chart)

Digunakan untuk menganalisa dengan cara menghitung jumlah produk yang mengalami ketidaksesuaian per unit.

Peta kendali untuk jenis atribut ini memiliki perbedaan dalam penggunaannya. Perbedaan tersebut adalah peta kendali P dan np digunakan untuk menganalisis produk yang mengalami kerusakan dan tidak dapat diperbaiki lagi, sedangkan peta kendali C dan U digunakan untuk menganalisis produk yang mengalami cacat atau ketidaksesuaian dan masih dapat diperbaiki. Pengolahan data penelitian ini menggunakan peta kendali \bar{u} karena menghitung jumlah ketidaksesuaian dengan ukuran sampel yang tidak konstan dengan ukuran unit pemeriksaan. Peta kendali \bar{u} dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{u} = \frac{\sum U_i}{\sum N_i}$$

dengan:

\bar{u} = Garis pusat

U_i = Banyaknya cacat pada setiap unit pada sampel setiap kali observasi

N_i = Jumlah dari banyaknya unit yang dilakukan observasi

2.6.3 Pengukuran DPMO dan *Level Sigma*

Baseline kinerja adalah tingkat kinerja saat sekarang (*current performance*) yang diukur sebelum tindakan perbaikan kualitas dilakukan. Setelah mengetahui *baseline* kinerja, maka kemajuan peningkatan-peningkatan yang dicapai dengan tindakan perbaikan kualitas yang telah diterapkan dapat diukur. *Baseline* kinerja ditetapkan menggunakan satuan pengukuran DPMO (*Defects Per Million Opportunities*) dan tingkat kapabilitas sigma (*sigma level*). Terdapat 3 jenis pengukuran *baseline* kinerja yang dikutip dari Gaspersz (2002) yaitu:

1. Pengukuran pada tingkat proses adalah mengukur setiap langkah atau aktivitas dalam proses dan karakteristik kualitas input yang diserahkan oleh pemasok (*supplier*) yang mengendalikan dan mempengaruhi karakteristik kualitas output yang diinginkan. Beberapa contoh pengukuran pada tingkat proses adalah lama waktu menjawab panggilan telepon, lama waktu belajar mahasiswa untuk persiapan menghadapi ujian, dan lain-lain.
2. Pengukuran pada tingkat output adalah mengukur karakteristik kualitas output yang dihasilkan dari suatu proses untuk dapat memenuhi kebutuhan

spesifik pelanggan, sebelum produk tersebut diserahkan kepada pelanggan. Beberapa contoh pengukuran pada tingkat output adalah banyaknya unit produk yang cacat, nilai mahasiswa ketika menempuh suatu ujian, dan lain-lain.

3. Pengukuran pada tingkat *outcome* adalah mengukur bagaimana baiknya suatu produk (barang dan/atau jasa) dalam memenuhi kebutuhan spesifik dan ekspektasi dari pelanggan, jadi mengukur tingkat kepuasan pelanggan dalam menggunakan suatu produk (barang dan/atau jasa) yang diserahkan. Beberapa contoh pengukuran pada tingkat *outcome* adalah banyaknya keluhan pelanggan yang diterima, banyaknya produk yang dikembalikan oleh pelanggan, dan lain-lain.

Dalam menghitung *level Sigma*, terdapat langkah-langkah yang harus dilakukan, yaitu:

- a. Unit (U)

Unit merupakan jumlah *part, sub assembly* atau sistem yang diukur atau diperiksa, sebuah item yang sedang diproses, dan produk/jasa akhir yang sedang dikirim kepada pelanggan.

- b. *Opportunity* (OP)

Opportunity adalah karakteristik yang diperiksa atau diukur, dalam hal ini yang digunakan adalah *Critical To Quality* (CTQ). CTQ ditetapkan berdasarkan keterkaitannya langsung terhadap kebutuhan spesifik dari pelanggan. Sebagian besar produk atau jasa memiliki banyak persyaratan pelanggan sehingga terdapat beberapa peluang untuk terjadinya produk yang cacat.

- c. *Defect*

Defect merupakan sesuatu yang diupayakan untuk dikurangi melalui tindakan perbaikan kualitas. Beberapa contoh suatu kegagalan dalam memenuhi persyaratan pelanggan atau kinerja standar adalah *parts* yang hilang, kurang solder, dan sebagainya.

d. *Defect Per Unit* (DPU)

Ukuran ini menunjukkan jumlah rata-rata dari *defect* terhadap jumlah total unit dari unit yang dijadikan sampel. Besarnya *defect per unit* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPU = \frac{D}{U} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

D = Rata-rata *defect*

U = Unit yang diperiksa

e. *Total Opportunity* (TOP)

Besarnya *Total Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$TOP = U \times OP \dots\dots\dots(2.6)$$

f. *Defect Per Opportunity* (DPO)

Defect Per Opportunity menunjukkan proporsi *defect* atas jumlah total peluang dalam sebuah kelompok. Besarnya *Defect Per Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPO = \frac{D}{TOP} \dots\dots\dots(2.7)$$

g. *Defect Per Milion Opportunity* (DPMO)

Defect Per Milion Opportunity mengindikasikan berapa banyak *defect* akan muncul jika terdapat satu juta peluang. Besarnya *Defect Per Milion Opportunity* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini;

$$DPMO = DPO \times 10^6 \dots\dots\dots(2.8)$$

h. *Level Sigma*

Nilai *Sigma* diperoleh dengan cara mengkonversikan nilai DPMO ke dalam tabel *Sigma* (terlampir).

2.6.4 Lembar Pemeriksaan (*Check Sheet*)

Check Sheet atau lembar pemeriksaan merupakan alat pengumpul dan penganalisis data yang disajikan dalam bentuk tabel yang berisi data jumlah barang yang diproduksi dan jenis ketidaksesuaian beserta dengan jumlah yang

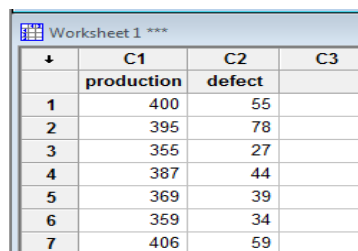
dihasilkannya. Tujuan digunakannya *check sheet* ini adalah untuk mempermudah proses pengumpulan data dan analisis, serta untuk mengetahui area permasalahan berdasarkan frekuensi dari jenis atau penyebab dan mengambil keputusan untuk melakukan perbaikan atau tidak. Pelaksanaannya dilakukan dengan cara mencatat frekuensi munculnya karakteristik suatu produk yang berkenaan dengan kualitasnya. Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengadakan analisis masalah kualitas. Adapun manfaat dipergunakannya *check sheet* yaitu:

1. Mempermudah pengumpulan data terutama untuk mengetahui bagaimana suatu masalah terjadi.
2. Mengumpulkan data tentang jenis masalah yang sedang terjadi.
3. Menyusun data secara otomatis sehingga lebih mudah untuk dikumpulkan.
4. Memisahkan antara opini dan fakta.

2.6.5 Minitab 16

Minitab adalah paket program pengolah data statistik yang cukup populer. *Minitab* dikembangkan di Pennsylvania State University pada tahun 1972. *Minitab* dapat menangani berbagai analisis statistik, termasuk statistik deskriptif dan nonparametrik, korelasi, regresi dan regresi logistik, *univariate* (anova), analisis *multivariate* dan sebagainya. Pada penelitian ini digunakan *Minitab 16* untuk pembuatan peta kendali u dan perhitungan kapabilitas proses. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Peta Kendali u
 - a. Masukan data yang akan diolah pada *worksheet*.

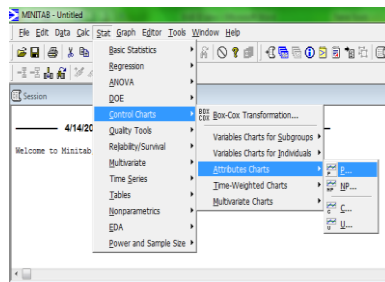


	C1	C2	C3
	production	defect	
1	400	55	
2	395	78	
3	355	27	
4	387	44	
5	369	39	
6	359	34	
7	406	59	

Gambar 2.17 Tampilan *Worksheet Minitab 16*

(Sumber: *Quality Control by Minitab, Inc, 2015*)

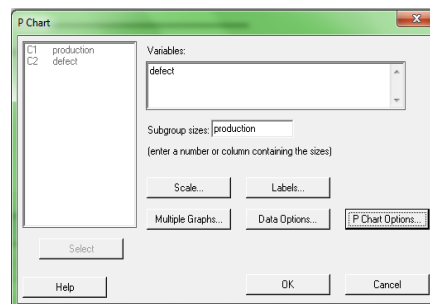
- b. Pada *menu bar* pilih *Stat* → *Control Charts* → *Attributes Charts* → *u*



Gambar 2.18 Pembuatan Peta Kendali u dengan *Minitab 16*
(Sumber: *Quality Control by Minitab, Inc, 2015*)

- c. Klik *continue*.

Isi kotak dialog *variables* dengan *defect* dan *subgroup sizes* dengan *production* lalu klik OK.



Gambar 2.19 Kotak Dialog u *Chart*
(Sumber: *Quality Control by Minitab, Inc, 2015*)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

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

3.1 Jenis Data dan Sumber Data

3.1.1 Jenis Data

Dalam melakukan penyusunan tugas akhir ini penelitian dilakukan terhadap pemasok bahan baku plat untuk pembuatan *body Pressure Vessel Flare KO Drum* dengan *tag number V-750* pada PT Gerbang Sarannabaja. Penelitian dilakukan berdasarkan data yang didapat, baik data primer maupun data sekunder. Data primer digunakan untuk pengolahan, sedangkan data sekunder digunakan sebagai pendukung data primer.

1. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan dan diperoleh langsung dari lapangan. Data primer dalam penelitian ini adalah data cacat pengelasan komponen *body Pressure Vessel Flare KO Drum* dengan *tag number V-750*.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dan dikumpulkan dari sumber-sumber yang telah ada. Data yang dimaksud adalah data umum perusahaan, yang meliputi:

- a. Profil perusahaan, terdiri dari sejarah berdirinya perusahaan, struktur organisasi, dan produk yang dihasilkan.
- b. Data produksi komponen *body Pressure Vessel Flare KO Drum* dengan *tag number V-750* dari bulan Februari sampai dengan bulan April 2016.

- c. Jenis penyebab kegagalan pada proses *welding body Pressure Vessel Flare KO Drum* dengan *tag number V-750*.

3.1.2 Sumber Data

Sumber data merupakan data yang diperoleh berkaitan dengan penelitian yang digunakan baik dengan kuesioner maupun observasi. Informasi atau sumber data dapat dibedakan langsung berdasarkan sumbernya, yaitu:

1. Data primer berasal dari pengamatan terhadap produksi komponen *body Pressure Vessel Flare KO Drum* dengan *tag number V-750*.
2. Data sekunder berasal dari bagian personalia yang mencakup data umum perusahaan dan *quality control*.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendukung menyelesaikan permasalahan yang dihadapi perusahaan. Pengumpulan data didapat dengan melakukan penelitian di lantai produksi dan data yang diberikan oleh perusahaan. Dalam melakukan pengumpulan data, terdapat beberapa metode yang digunakan adalah:

1. Penelitian Lapangan

Penelitian lapangan merupakan pengamatan langsung terhadap kegiatan produksi, khususnya di lantai produksi. Penelitian lapangan merupakan metode pengumpulan data dengan cara langsung mendatangi perusahaan yang menjadi objek penelitian. Dalam penelitian ini, hal yang dilakukan observasi langsung kelapangan, untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dan data-data yang akurat.

2. Penelitian Pustaka

Pengumpulan kepustakaan merupakan metode pengumpulan landasan teori dengan cara memperoleh data-data yang berasal dari literatur-literatur, buku-buku wajib dan catatan-catatan kuliah yang ada hubungannya dengan materi yang akan dibahas dalam karya ilmiah ini. Pengumpulan kepustakaan ini merupakan data-data yang bersifat teori dan merupakan penunjang didalam melaksanakan riset lapangan. Pada penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data langsung kelapangan dan

menggambil data masa lalu pada bulan Februari 2016 dan bulan April 2016.

3.3 Teknik Analisis

Langkah-langkah dalam metodologi penelitian masalah ini dimulai dari suatu studi pendahuluan pada perusahaan dan dapat dijelaskan sebagai berikut.

3.3.1 Identifikasi Masalah

Melalui penelitian pendahuluan yang telah dilakukan pada PT Gerbang Saranabaja baik dengan cara pengamatan langsung maupun wawancara dengan pihak-pihak yang terkait. Permasalahan yang dihadapi PT Gerbang Saranabaja masih tingginya persentase cacat pengelasan pada proses *welding* komponen *body Pressure Vessel Flare KO Drum* dengan *tag number V-750*.

3.3.2 Studi Kepustakaan

Studi pustaka merupakan tahapan yang ditunjukkan untuk mencari referensi jurnal, metode, ataupun sumber bacaan yang tepat yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Pada tahap ini penulis mencari teori, informasi, prinsip-prinsip dan metode yang dapat digunakan dan diterapkan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian dan memberikan usulan pemecahan masalah yang dihadapi oleh perusahaan.

3.3.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan pada PT Gerbang Saranabaja adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah persentase kegagalan yang terjadi pada bagian pengelasan (*welding*) *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*.
2. Mengidentifikasi potensi kegagalan dan tingkat keparahan efek dari proses *welding body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*.
3. Mengidentifikasi apa saja yang menjadi akar penyebab kegagalan yang terjadi pada proses *welding*.
4. Menganalisis dan memberikan tindakan-tindakan pengendalian kualitas yang dilakukan untuk meminimasi kegagalan yang telah diketahui untuk meningkatkan kualitas produk.

5. Mendapatkan hasil perbandingan nilai RPN sebelum dan sesudah perbaikan pada *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*.

3.3.4 Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan berbagai informasi yang dibutuhkan untuk membantu penyelesaian permasalahan yang terjadi dalam penelitian pada PT Gerbang Saranabaja. Hal ini akan membantu dalam melakukan pengolahan dan analisis data.

3.3.5 Pengolahan Data

Setelah semua data yang dibutuhkan dalam penelitian diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah data yang diperoleh tersebut diolah untuk mendapatkan hasil dari tujuan penelitian menggunakan metode FMEA dan FTA. Langkah langkah pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data historis panjang pengelasan pada bulan Februari-Maret 2016 dan mengidentifikasi jenis cacat pada pengelasan *body Pressure Vessel*.
2. Pembuatan Diagram Pareto
Diagram Pareto adalah diagram batang yang disusun secara menurun atau dari besar ke kecil. Biasa digunakan untuk melihat atau mengidentifikasi masalah, tipe cacat atau penyebab yang paling dominan sehingga kita dapat memprioritaskan penyelesaian masalah.
3. Peta Kendali U
Merupakan peta kendali untuk jumlah cacat suatu unit dengan jumlah sampel yang berbeda.
4. Perhitungan Nilai DPMO dan Level Sigma
Mengindikasikan beberapa cacat akan muncul jika ada satu juta peluang. Ukuran-ukuran peluang cacat yang diterjemahkan dalam format DPMO.
5. Menentukan *Potential Failure Mode*
Yaitu proses mengidentifikasi proses yang berpotensi gagal memenuhi persyaratan proses atau desain.

6. Identifikasi *Potential Failure Effect*

Penentuan *potential failure effects* akan memudahkan dalam pemberian nilai tingkat keparahan (*severity*) pada proses produksi *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*. Penentuan hal-hal yang dapat menyebabkan kegagalan pada tahap ini merupakan hasil diskusi penulis dengan tim ahli pada PT Gerbang Saranabaja yakni bagian *quality control*. Kegiatan identifikasi ini dilakukan dengan *brainstorming* dengan melihat data historis yang ada, ditambah dengan ide dan pengetahuan pada tim ahli FMEA serta studi literatur. Data dan informasi dipusatkan pada proses *welding* komponen *body* pada *Pressure Vessel* karena banyak terdapat cacat pada proses serta panjangnya plat baja yang *dijoint* sangat berpotensi menyebabkan cacat pada hasil pengelasan tersebut.

Tabel 3.1 Form FMEA Pada Proses *Welding Body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*

Proses/Produk :

No. FMEA :

FMEA Tim :

Date :

Potential Failure Mode	Potential Effect of Failure Mode	SEVERITY	CASUALTIES	Potential Causes of Failure Mode	OCURRENCE	Currents Control	DETECTION	Risk Periority Number (RPN)

Sumber: (PT Gerbang Saranabaja)

7. Menentukan Nilai *Severity*

Severity adalah langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak/intensitas kejadian mempengaruhi

output proses. Dampak tersebut diranking mulai skala 1 sampai 10, dimana 10 merupakan dampak terburuk.

8. Mengidentifikasi Penyebab Kegagalan Pada *Top Event*
Langkah pertama dalam FTA ini merupakan langkah penting karena akan mempengaruhi hasil analisis sistem. Pada tahap ini, dibutuhkan pemahaman tentang sistem dan pengetahuan tentang jenis-jenis kerusakan (*undesired event*) pada proses *welding Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* pada komponen *body* untuk mengidentifikasi akar permasalahan sistem.
9. Membuat Pohon Kesalahan
Setelah permasalahan terpenting teridentifikasi, langkah berikutnya adalah menyusun urutan sebab akibat pohon kesalahan.
10. Identifikasi *Minimal Cut Set*
Pada tahap ini, pembuatan pohon kesalahan dilakukan dengan menggunakan simbol-simbol. Kemudian dilakukan *minimal cut set* dari kejadian yang tidak diinginkan tersebut (*undesired event*).
11. Penentuan Nilai *Occurance* (O)
Occurrence adalah tingkat keseringan terjadinya *potential causes*. Nilai *occurrence* dapat ditentukan berdasarkan pengalaman manajemen selama ini ketika mengalami permasalahan saat terjadi cacat pada proses *welding Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* pada komponen *body*.
12. Mendata Pengendalian Kegagalan saat ini (*current control*)
Pengendalian saat ini merupakan suatu tindakan yang telah dilakukan untuk mendeteksi, menanggulangi permasalahan yang timbul. Data dan informasi dipusatkan pada bagian *quality control* yang dilakukan pada form FMEA proses *welding Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*.
13. Penentuan Nilai *Detection* (D)
Detection merupakan pendeteksi yang telah ada. *Detection* dengan skala 1 menunjukkan pendeteksian yang paling mudah karena selalu jelas, sementara skala 10 merupakan tingkat yang tidak dapat dideteksi.
14. Perhitungan Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

RPN merupakan perhitungan sederhana yang mengalikan tingkat keseriusan (*severity*) dengan frekuensi kejadian (*occurance*), dan pendeteksian (*detection*).

Risk Periority Number (RPN) = Severity x Occurance x Detection

15. Memberikan Tindakan Perbaikan Mutu

Tahap ini menghasilkan tindakan yang harus dilakukan perusahaan terutama pada bagian *quality control* untuk mengimplementasikan hasil dari penggunaan metode FMEA dan FTA sebagai solusi untuk memecahkan permasalahan cacat guna meningkatkan kualitas produk *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* pada proses *welding*.

16. Melihat Perbandingan Nilai RPN Sebelum dan Sesudah Perbaikan

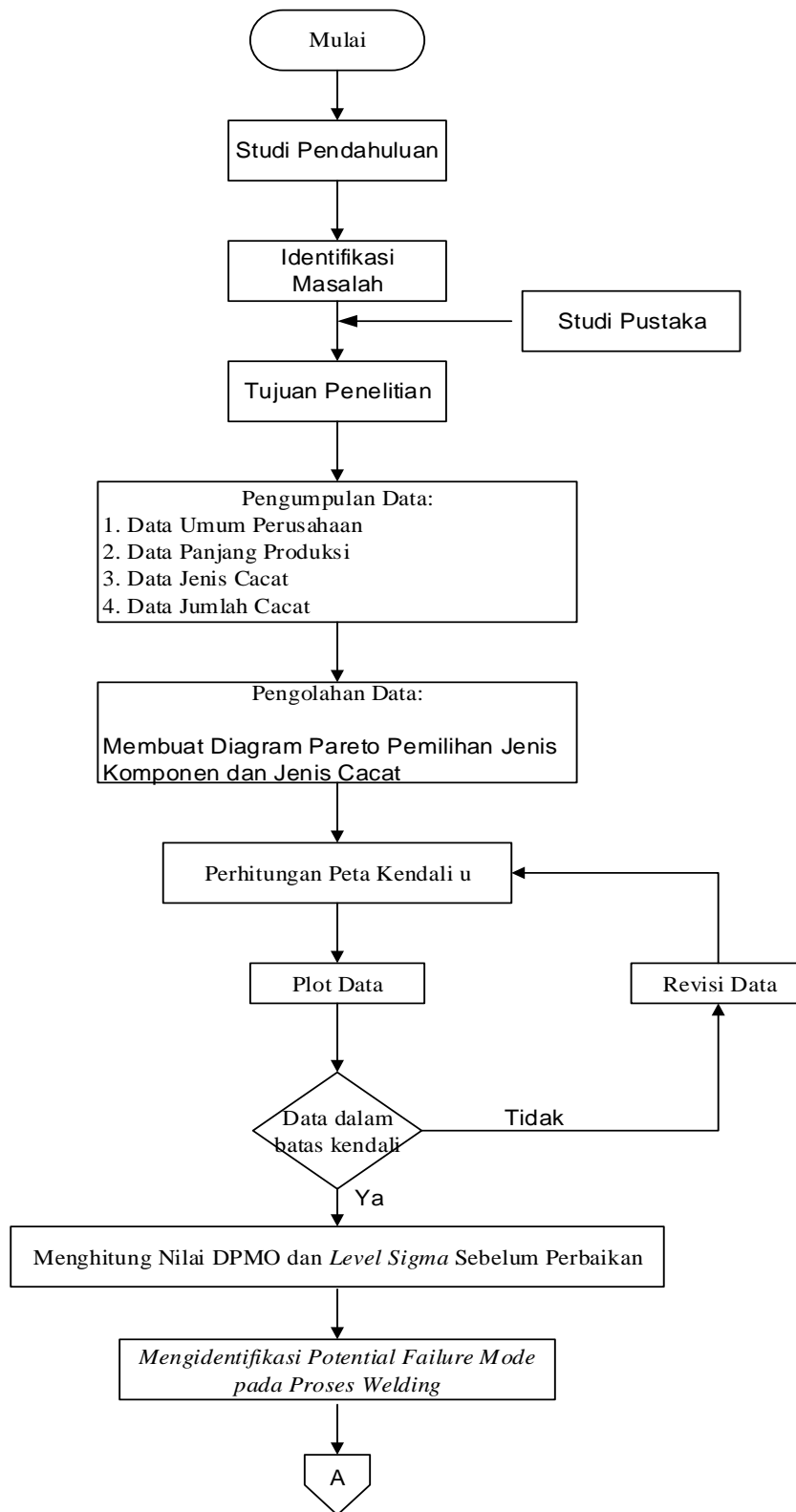
Setelah memberikan solusi atau tindakan perbaikan yang harus dilakukan perusahaan, dapat dilihat perbandingan nilai RPN sebelum dan sesudah perbaikan. Jika nilai RPN berkurang, maka tindakan perbaikan kualitas yang dilakukan perusahaan atas solusi yang penulis berikan dapat digunakan untuk kemajuan selanjutnya. Jika belum berkurang atau mungkin bertambah, maka perlu dilakukan koreksi kembali atas tindakan-tindakan diatas.

3.3.6 Kesimpulan dan Saran

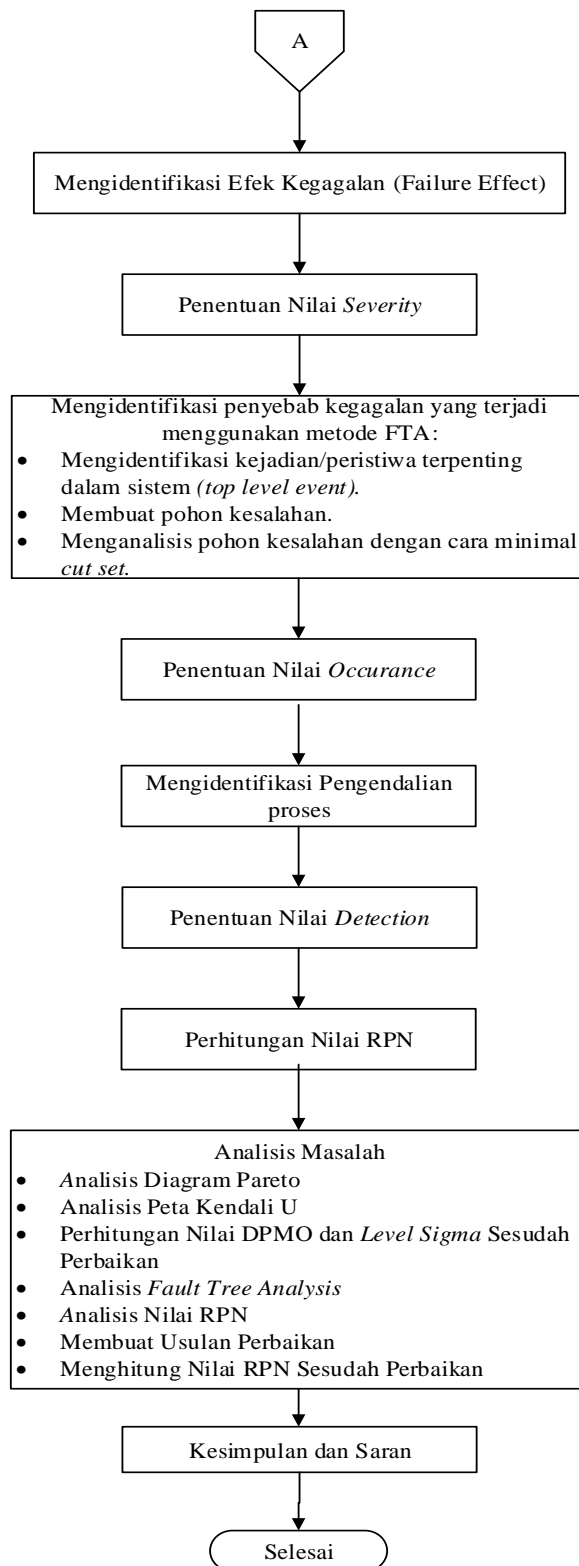
Pada tahap ini akan diperoleh suatu kesimpulan berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data yang diperoleh dari tahap sebelumnya yang merupakan jawaban tujuan penelitian yang telah ditentukan. Selain itu juga memberikan saran dan tindakan perbaikan kualitas yang diharapkan dapat berguna bagi PT Gerbang Saranabaja.

3.4 Diagram Alir Metodologi Penelitian

Diagram alir menjelaskan langkah-langkah dalam pemecahan masalah. Diagram alir mtodologi penelitian tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian (Lanjutan...)

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pada suatu penelitian, data merupakan kunci untuk menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dan metode pengumpulan data sangat berpengaruh untuk mendapatkan data yang benar. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data umum perusahaan dan data jumlah cacat pada panjang pengelasan *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* bulan Februari samapai dengan Maret 2016.

4.1.1 Gambaran Umum Perusahaan

PT Gerbang Saranabaja atau biasa disebut PT GSB adalah perusahaan jasa konstruksi bidang *Steel Structure* dan *Pressure Vessel* dengan kapasitas dan spesifikasi disesuaikan dengan kebutuhan konsumen. *Pressure Vessel* atau disebut bejana tekan merupakan wadah tertutup yang dirancang untuk menampung cairan atau gas pada temperatur yang berbeda dari temperatur lingkungan. Dalam kegiatan produksinya perusahaan masih dihadapkan pada masalah yaitu masih ditemukannya produk cacat terutama dalam proses *welding*. Karena pada proses ini material harus dilakukan pengelasan sesuai dengan *welding standar/code* yang ditentukan ASME *Section IX* 2013 dan WPS (*Welding Procedur Spesification*). Dampak yang ditimbulkan dari adanya produk cacat ini adalah *rework* produk dari proses sebelumnya, sehingga akan menimbulkan pemborosan waktu produksi dan biaya produksi yang secara tidak langsung akan menurunkan mutu perusahaan.

4.1.2 Sejarah Perusahaan

Pada tahun 1976, Aluinanto Sanjaya (pemilik) memiliki inisiatif untuk memulai bisnis konstruksi baja dengan nama CV. Jaya Raya, diawali dengan jasa pelaksanaan fungsi fabrikasi baja untuk kontruksi sederhana dan ringan dengan fasilitas *workshop* terbatas. Setelah 16 tahun pengalaman dan pengetahuan dalam bisnis fabrikasi baja, pemilik mengubah nama secara legal dari CV Jaya Raya

menjadi PT Gerbang Saranabaja yang didirikan pada tanggal 18 Februari tahun 1992 dan tujuan perusahaan adalah untuk menjadi mitra pilihan pertama dalam pengiriman karya struktur baja terpadu dan jasa konstruksi. Sertifikasi ISO 9001 diberikan kepada perusahaan pada 27 Mei 2002 dicantumkan sebagai budaya dan sebagai bentuk konsistensi perusahaan di dalam memberikan kualitas pelayanan.

4.1.3 Tujuan Perusahaan

Tujuan utama dari PT Gerbang Saranabaja adalah untuk memberikan pelayanan profesional dan memberikan produk bermutu di bidang konstruksi baja dengan menerapkan system manajemen mutu ISO 9001 secara konsisten. Untuk sasaran mutu pada PT Gerbang Saranabaja pada pelaksanaannya proyek tepat waktu atau keterlambatan 0 %, kualitas hasil pekerjaan setiap proyek sesuai spesifikasi atau jumlah *rework* kurang dari 1 % dihitung dari jumlah komponen. Biaya pada setiap proyek tidak melebihi *budget* atau 100 % biaya \leq *budget*. Untuk hasil audit internal, tidak ada temuan mayor, jumlah temuan tiap bagian tidak lebih dari 5 temuan minor. Serta untuk keluhan pelanggan tidak lebih dari 5 (lima) kali.

4.1.4 Visi dan Misi Perusahaan

Dalam menjalani bisnisnya, PT Gerbang Saranabaja tentu memiliki tujuan ataupun visi, dan untuk mencapai visi tersebut diperlukanlah misi. Berikut ini adalah visi dan misi dari PT Gerbang Saranabaja:

1. Visi Perusahaan

Menjadi perusahaan konstruksi baja dan bejana tekan terbaik yang tumbuh dan berkembang dalam persaingan global.

2. Misi Perusahaan

Memberikan layanan profesional, produk bermutu di bidang konstruksi baja dan bejana tekan dan nilai tambah kepada pelanggan, karyawan, dan masyarakat.

PT GSB berlokasi di wilayah Jakarta Timur, tepatnya di Jalan Raya Tipar Cakung km 3,9 Jakarta 14140. Denah lokasi PT GSB dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Denah lokasi PT GSB
 Sumber : (PT Gerbang Saranabaja)

4.1.5 Motto Perusahaan

PT Gerbang Saranabaja mempunyai motto demi tercapainya tujuan yang ingin dicapai, yaitu *"Growth Through Better Service"* atau "Tumbuh dan Berkembang Melalui Pelayanan yang Lebih Baik."

4.1.6 Ruang Lingkup Usaha

Seiring dengan meningkatnya ilmu teknologi serta meningkatnya kebutuhan masyarakat dalam produk bermutu dibidang konstruksi baja dan bejana tekan, maka PT Gerbang Saranabaja hadir dan mampu memberikan pelayanan profesional. Dimana produk yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

1. *Steel Structure*

Jasa konstruksi baja pada PT Gerbang Saranabaja yang telah berpengalaman selama bertahun-tahun dan menjadi nilai tambah bagi pemilik/*client* untuk merancang dan membangun konstruksi baja. Perusahaan memiliki kemampuan untuk melakukan *value engineering*, menyiapkan *shop drawing*, fabrikasi dan instalasi atau ereksi untuk:

- a. Bangunan industri (pabrik, gudang, *workshop*, dan fasilitas penunjang lainnya)
- b. Bangunan komersial (*mall*, *office*, *apartement*, kantor *retailer*)
- c. Fasilitas infrastruktur (jembatan)
- d. Konstruksi penunjang sumber energi (pertambangan, *conveyor*, gas dan minyak).

Contoh konstruksi *steel structure* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Proyek *Steel Structure* pada Selago Makmur
Sumber: (PT Gerbang Saranabaja)

2. *Pressure Vessel*

Bejana tekan merupakan wadah tertutup yang dirancang untuk menampung cairan atau gas pada temperatur yang berbeda dari temperatur lingkungan. Bejana tekan digunakan untuk bermacam-macam aplikasi di berbagai sektor industri seperti industri kimia (*petrochemical plant*), energi (*power plant*), minyak dan gas, nuklir, makanan, bahkan sampai pada peralatan rumah tangga seperti boiler pemanas air atau *pressure cooker*.

Material yang digunakan terbagi 2 (dua) yakni *Metalic* dan *Non Metalic* (semen dan *fiber glass*). Perusahaan memiliki kemampuan untuk menyediakan desain dan rekayasa, pengadaan, jaminan kualitas, fabrikasi & instalasi serta layanan pemeliharaan untuk produk sebagai berikut:

- a. Bejana tekan yang mengacu pada standar ASME
- b. *Heat Exchanger* mengacu pada standar TEMA
- c. *Storage Tank* mengacu pada standar API 650 API 620 / API 653
- d. *Spherical Tank* mengacu pada standar ASME
- e. *Piping works* dan *Gas Metering System* mengacu pada standar B.3.1.3 dan B.3.1.8

Selain itu., perusahaan telah berpengalaman dalam EPC (*Engineering Procurement and Construction*) untuk proyek-proyek sebagai berikut:

- 1. *LPG Plant*
- 2. *Glycol Dehydration Unit (Package)*
- 3. *Well Testing Unit*
- 4. Fasilitas Oil dan Gas lainnya

Contoh bejana tekan yang dibuat PT Gerbang Saranabaja dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 *Spherical Tank* (Proyek LPG Plant Pondok Tengah)
Sumber : (PT Gerbang Saranabaja)

Komponen dari bejana tekan diantaranya:

- 1. Common PV/Drum
 - a. *Body*
 - b. *Head*
 - c. *Nozzle*
 - d. *Manhole*

- e. *Reinforce pad*
 - f. *Saddle*
 - g. *Lifting Lug*
2. *Heat Exchanger*, terdiri dari : *tube sheet* dan *tube*.
 3. *Tall Pressure Vessel* : *distillation column*, *reaktor*, dan *stripper*.

4.1.7 Profil Perusahaan

PT Gerbang Saranabaja beralamat di Jalan Raya Tipar, Cakung km 3,9 Jakarta 14140, memiliki jumlah pekerja sebesar ±379 orang dengan luas keseluruhan pabrik 3.500 m². Saat ini kepengurusan PT Gerbang Saranabaja dipimpin oleh Aluinanto Sandjaya sebagai Presiden Direktur sudah pensiun dan kembali ke Singapura.

Berikut adalah foto perusahaan terlihat tampak depan yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 4.4 PT GSB tampak depan

Sumber : (PT Gerbang Saranabaja)

Layout PT Gerbang Saranabaja beserta jalur evakuasinya ditunjukkan pada gambar 4.5.

Secara umum tata letak fasilitas produksi dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam yaitu :

- a. Tata letak berdasarkan aliran produk (*product layout*)
- b. Tata letak berdasarkan aliran proses (*process layout*)
- c. Tata letak berdasarkan posisi (*fixed position layout*)

Sebagian besar industri akan mengatur *layout* fasilitas produksinya berdasarkan kombinasi-kombinasi dari ketiga macam tipe *layout* tersebut. Meskipun sesungguhnya masing-masing tipe *layout* tersebut mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. Tergantung jenis produk dan proses yang dilakukan.

PT Gerbang Saranabaja cenderung menggunakan tipe *fixed position layout* dalam menempatkan fasilitas-fasilitas produksinya. Tentunya tata letak disini dibuat berbagai pertimbangan, seperti untuk mengurangi proses *material handling*, memudahkan pengawasan, mengurangi gerakan kerja, dan meminimalkan kerusakan yang pada akhirnya akan mengurangi biaya produksi.

4.1.9 Struktur Organisasi

Dalam suatu perusahaan, pembentukan suatu organisasi sangat diperlukan dalam usaha untuk menjaga kelancaran dan mencapai tujuan perusahaan dan mempunyai ciri-ciri yaitu merupakan gabungan dari sekelompok orang dimana terdapat hubungan kerja yang harmonis antara sekelompok orang tersebut dan terdapat pembagian kerja untuk masing-masing orang demi tercapainya tujuan bersama yang ingin dicapai oleh kelompok orang tersebut. Didalam organisasi ini, sekelompok orang-orang tersebut harus mempunyai tujuan yang sama demi membentuk suatu perusahaan yang baik. Adapun ciri atribut organisasi dapat diperinci sebagai berikut:

1. Organisasi adalah suatu lembaga yang terdiri dari sekumpulan orang dengan berbagai pola interaksi yang ditetapkan.
2. Organisasi dikembangkan untuk mencapai tujuan-tujuan tertentu. Oleh karena itu organisasi adalah kreasi sosial yang memerlukan aturan dan koordinasi.

Pembagian kerja merupakan hal yang sangat diperlukan dan akan menghasilkan departemen-departemen dengan *job description* dari masing-masing departemen sampai unit-unit terkecil dalam organisasi. Hierarki merupakan pola berjenjang dalam struktur organisasi. Koordinasi adalah interaksi aktivitas bagian-bagian terpisah dari sebuah organisasi untuk mencapai sasaran organisasi.

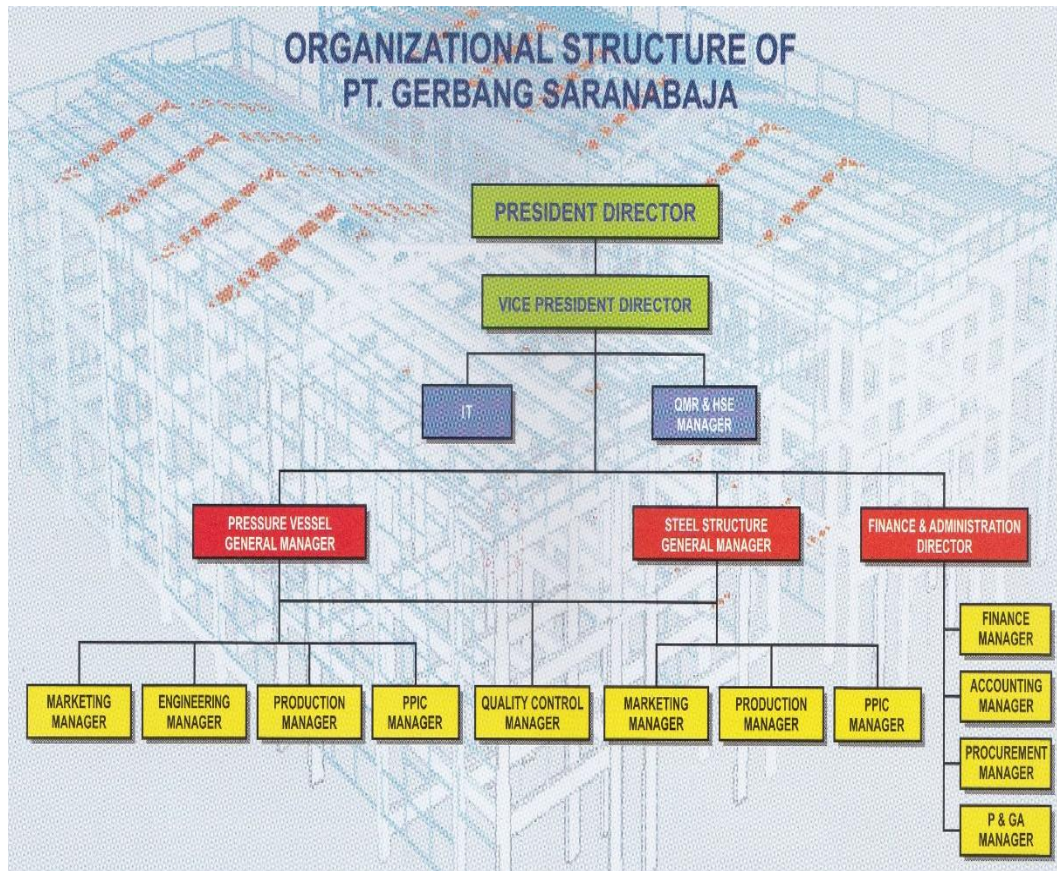
Suatu organisasi akan tumbuh dan berkembang dengan mengadakan perubahan-perubahan dari struktur organisasi yang dinilai kurang efisien dalam pencapaian dan tujuan. Setiap organisasi maupun organisasi pemerintahan, struktur organisasi mempunyai arti yang penting antara lain:

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

Dengan demikian, struktur organisasi dapat pula dijadikan satu pedoman bagi penyusunan kerja yang memberikan manfaat yang besar bagi pimpinan dan karyawannya. Oleh sebab itu, dalam penyusunan atau membuat struktur organisasi haruslah dibuat sederhana mungkin, jelas dalam membedakan unsur-unsur pokok dan tanggung jawab. Seperti organisasi lain pada umumnya, PT Gerbang Saranabaja juga memiliki struktur organisasi dalam melaksanakan seluruh kegiatannya pada tubuh perusahaan.

Berikut skema struktur organisasi PT Gerbang Saranabaja dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Struktur Organisasi PT Gerbang Saranabaja



Gambar 4.6 Struktur Organisasi PT GSB
(Sumber: PT Gerbang Saranabaja)

4.1.10 Job Description

Dalam suatu organisasi terdapat pembagian kerja masing-masing bagian untuk menentukan tugas, tanggung jawab dan batas wewenang dari bagian tersebut agar perusahaan dapat berjalan secara terstruktur dan memiliki susunan birokrasi yang jelas. Hal ini dilakukan supaya tidak adanya kesalahpahaman antara bagian satu dengan bagian lainnya dalam menjalankan suatu tugas sehingga perusahaan dapat terus berjalan dengan baik. Maka secara ringkas dapat disebutkan tugas dan wewenang dari setiap susunan struktur organisasi pada PT Gerbang Saranabaja sebagai berikut:

1. *President Director*

Adalah pemimpin yang bertanggung jawab atas semua kepentingan perusahaan.

2. *Vice President Director*

Adalah wakil pemimpin yang bertanggung jawab untuk membantu dan menggantikan pemimpin atas semua kepentingan perusahaan.

3. *Finance & Admin*

Bagian yang melakukan kegiatan perencanaan, penganggaran, pemeriksaan, pengelolaan, pengendalian, pencarian dan penyimpanan dana yang dimiliki oleh organisasi atau perusahaan.

4. *GM Technical & Fabrication/Operation*

Adalah yang bertugas memimpin, mengelola dan mengkoordinasikan semua hal yang berkaitan dengan jalannya roda perusahaan khususnya pada bagian fabrikasi/operasi.

5. *Divisi Steel Structure*

Divisi yang bertugas dan bertanggung jawab atas semua yang berkaitan dalam pembuatan *Steel Structure*.

6. *Divisi Pressure Vessel*

Divisi yang bertugas dan bertanggung jawab atas semua yang berkaitan dalam pembuatan *Pressure Vessel*, *Heat Exchanger*, dan *Boiler*.

7. *HSE Department*

Bagian yang berkewajiban memberikan pengarahan dan pelatihan tentang kesehatan dan keselamatan kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD), serta cara pengendalian bahaya.

8. *Quality Control Department*

Bagian yang mengawasi dan mengendalikan kualitas produk agar sesuai dengan permintaan pelanggan serta menangani keluhan pelanggan.

9. *Maintenance Department*

Bagian yang mempunyai tanggung jawab dalam hal perawatan dan perbaikan mesin yang digunakan dalam proses produksi, serta kelistrikan/*power*.

10. *Warehouse Department*

Bagian yang bertugas untuk menerima, menyimpan, mendata dan mendistribusikan serta mengendalikan alokasi material/barang agar sesuai dengan spesifikasi masing-masing pelanggan.

11. *T & AB Department*

Bagian yang bertugas menyediakan dan mengendalikan penggunaan alat angkut dan alat angkat di perusahaan.

12. *Marketing Department*

Bagian yang bertugas melakukan perencanaan strategi pemasaran, merencanakan marketing research, merencanakan analisis peluang pasar, serta merencanakan pengembangan jaringan pemasaran, tugas dan tanggung jawab utamanya adalah menghasilkan laba bagi perusahaan, dari produk yang dibuat oleh perusahaan.

13. *QMS Department*

Bagian yang bertugas mengawasi dan memastikan seluruh proses berjalan sesuai dengan prosedur serta terdokumentasi sehingga kesesuaian dari suatu produk/proses bisa dijamin sesuai dengan SOP yang dibuat (ISO 9001:2008, OHASAS, ASME).

14. *IT Department*

Bagian yang bertugas mengendalikan penggunaan komputer baik *hardware* maupun legal *software* serta jaringan komputer di perusahaan (PIC Komputer).

15. *Engineering Steel Structure Department*

Bagian yang bertugas membuat desain, *shop drawing*, daftar komponen, spesifikasi material dan *erection drawing Steel Structure*.

16. *PPIC Steel Structure Department*

Bagian yang bertugas untuk menyusun rencana produksi, pengadaan bahan, dan memonitor bagian *inventory*, mengelola proyek termasuk masalah anggaran dan jadwal pelaksanaan proyek *Steel Structure*.

17. *Steel Structure Production Department*

Bagian yang merencanakan dan melakukan proses fabrikasi *Steel Structure*.

18. *Engineering Pressure Vessel Department*

Bagian yang bertugas membuat desain, *shop drawing*, spesifikasi material dari *Pressure Vessel*.

19. *PPIC Pressure Vessel Department*

Bagian yang bertugas untuk menyusun rencana produksi, pengadaan bahan, dan memonitor bagian *inventory*, mengelola proyek termasuk masalah anggaran dan jadwal pelaksanaan proyek *Pressure Vessel*.

20. *Pressure Vessel Production Department*

Bagian yang merencanakan dan melakukan proses fabrikasi *Pressure Vessel*.

21. *HRD & GA Department*

Bagian yang mengatur pengurangan dan penerimaan karyawan, mengkoordinir dan mengevaluasi program pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia serta memastikan penempatan setiap pekerja sesuai dengan kualifikasi dan kompetensinya.

22. *FIN & ACC Department*

Bagian yang melakukan kegiatan perencanaan, penganggaran, pemeriksaan, pengelolaan, pengendalian, pencarian dan penyimpanan dana yang dimiliki oleh organisasi atau perusahaan.

23. *Purchasing Department*

Bagian yang bertugas melakukan pencarian dan pembelian bahan baku sesuai dengan budget dan spesifikasi yang telah ditetapkan.

4.1.11 Ketenagakerjaan

Sumber Daya Manusia (SDM) adalah sumber daya yang sangat berperan dalam suatu perusahaan, karena yang menentukan kualitas, kualifikasi dan maju mundurnya suatu perusahaan dipengaruhi oleh keadaan manusia di dalamnya. Tenaga kerja merupakan orang-orang yang terlibat di dalam suatu perusahaan, yang menggunakan tenaga dan pikiran untuk melakukan seluruh kegiatan

perusahaan. Oleh karena itu, tenaga kerja dapat dikatakan sebagai salah satu faktor produksi.

Ditinjau dari aktivitas yang dilakukan, tenaga kerja dibagi berdasarkan pekerjaannya yakni:

1. Tenaga kerja langsung (*Direct*)

Yaitu mereka yang secara fisik langsung terlibat dalam proses produksi.

2. Tenaga kerja tidak langsung (*Indirect*)

Yaitu mereka yang melaksanakan aktivitas perencanaan baik dalam masalah produksi, pemasaran, maupun administrasi, serta pengawasan, dan lain-lain.

Agar proses produksi dapat berjalan dengan lancar, tenaga kerja PT Gerbang Saranabaja harus mematuhi peraturan yang telah menjadi persyaratan dalam perusahaan. Adapun waktu jam kerja yaitu 8 jam perhari dan 40 jam seminggu.

Waktu kerja karyawan PT GSB dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 4.1 Waktu Kerja Karyawan PT GSB

	Waktu kerja Normal	Istirahat
Karyawan bulanan hari kerja senin-jumat	08.00 – 16.00	12.00 – 13.00
Karyawan bulanan hari kerja sabtu	08.00 – 12.00	12.00 – 13.00

(Sumber: PT Gerbang Saranabaja)

4.1.12 Proses Produksi Pressure Vessel

Proses pembuatan/produksi *Pressure Vessel* melewati beberapa tahapan, yaitu:

1. *Preparation* (Persiapan)

- a. *Marking*
- b. *Cutting*
- c. *Grinding*
- d. *Forming*

2. *Fabrication*

- a. *Marking*
- b. *Fit Up & Tack Weld*
- c. *Welding*

- d. *Finishing (Grinding)*
- 3. *Testing*
 - a. *Visual*
 - b. *NDT (MPI, PT, RT)*
 - c. *Hydrotest*
- 4. *Painting*
 - a. *Blasting*
 - b. *Painting*

Pressure Vessel sendiri terdiri dari 4 (empat) bagian yaitu *head*, *body*, *saddle*, dan *nozzle*. Pembuatannya dimulai dengan pengukuran plat baja untuk bagian *shell*, *head*, dan *saddle*. Dilanjutkan dengan pemotongan, setelah itu plat baja untuk bagian *shell* dirol hingga membentuk silinder, sedangkan untuk bagian *head (Ellipsoidal Head)*, plat baja hanya ditekan (*press*) untuk membentuk area *crown* dan di *flanging* untuk membentuk area *knuckle* dan *straight flange*. Setelah itu, plat-plat baja tersebut disatukan dan ditambahkan aksesoris (*nozzle*).

4.1.13 Penghargaan Perusahaan

PT Gerbang Saranabaja memiliki beberapa penghargaan yaitu:

1. 1997: Chiyoda International Industries
2. 1998: Kawasaki *Heavy Industries*
3. 1998: Sumicon Utama
4. 2002: Thies
5. 2003: Blifinger Berger
6. 2006: Truba *Certificate of Attendance*
7. 2006: WIKA *Appreciation*
8. 2010: Sepco *Award Certificate*

4.1.14 Kebijakan Mutu Perusahaan

Suatu produk harus dibuat sedemikian rupa sehingga bisa sesuai (*conform*) dan memenuhi spesifikasi, standar dan kriteria-kriteria standar kerja lainnya yang telah disepakati. Dalam pemakaian nantinya, maka produk tersebut harus pula sesuai dengan fungsinya. Semua itu dapat terwujud dengan pelaksanaan yang

cermat terhadap pengendalian kualitas dari rancangan produk (*quality of design*) dan kualitas kesesuaian (*quality of conformance*) akan memberikan tingkat kualitas *performance* dari produk yang dihasilkan.

PT Gerbang Saranabaja mempunyai kebijakan yang menjadi acuan perusahaan dalam menciptakan produk berkualitas dan memenuhi kepuasan pelanggan berdasarkan penjelasan di atas. Kebijakan kualitas PT Gerbang Saranabaja sebagai berikut :

1. Meningkatkan kepuasan pelanggan atas mutu yang dipercayakan didalam kontrak.
2. Mengurangi *welding rejection rate*.
3. Mencapai target penyelesaian dokumen dan penyerahan kepada pelanggan yaitu maksimal 2x24 jam setelah pekerjaan selesai dilakukan.
4. Meningkatkan *traceability* (mampu telusur) mulai dari pemeriksaan material hingga pengujian barang yang akan diserahkan kepada pelanggan.
5. Meningkatkan komunikasi antar divisi untuk mencapai target kualitas dan *schedule* proyek.
6. Menganalisa dan menindaklanjuti hasil temuan lapangan dengan seksama agar bisa dilakukan perbaikan yang berkelanjutan (*continual improvement*).

4.1.15 Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Kebijakan Lingkungan Keselamatan dan Kesehatan kerja PT GSB sebagai berikut:

1. Berkomitmen menjamin Keselamatan dan Kesehatan (K3) seluruh karyawan termasuk orang lain (kontraktor, supplier, pengunjung, dan tamu) di tempat kerja.
2. Berkomitmen menjamin pengendalian dampak lingkungan operasional perusahaan.
3. Berkomitmen memenuhi semua perundangan dan peraturan yang berlaku yang berkaitan dengan K3L.
4. Melakukan perbaikan kelanjutan guna meningkatkan K3 perusahaan.

5. Menyusun dan memelihara Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) berkelanjutan.
6. Membentuk organisasi/unit kerja K3 dalam lingkungan Perusahaan.
7. Mengidentifikasi dan mengendalikan semua sumber bahaya dan aspek lingkungan di Perusahaan.
8. Memberikan pelatihan K3 bagi karyawan untuk meningkatkan budaya K3
9. Mengajak seluruh karyawan untuk meningkatkan budaya K3 Perusahaan.

4.1.16 Mesin yang Digunakan

Mesin yang digunakan pada proses produksi *Pressure Vessel* di PT Gerbang Saranabaja bermacam-macam, yaitu:

1. Mesin CNC

Mesin CNC digunakan untuk memotong plat baja sesuai dengan ukuran yang ditentukan/spesifikasi. Pada PT Gerbang Saranabaja terdapat 3 (tiga) mesin CNC yang digunakan sesuai dengan keperluan pengerjaan.

2. Mesin Press

Mesin *Press* digunakan untuk mengubah bentuk material plat besi seperti dari rata menjadi cekung.

3. Mesin Bevel

Mesin Bevel digunakan untuk membuat sudut pada sisi ketebalan plat untuk memudahkan proses pengelasan.

4. Mesin Roll

Mesin Roll digunakan untuk memebentuk plat baja seperti silinder pada bagian *shell* dari *pressure vessel*.

5. Mesin Las

Mesin Las digunakan untuk menggabungkan antara komponen logam satu dengan komponen logam lainnya.

6. Mesin Bending

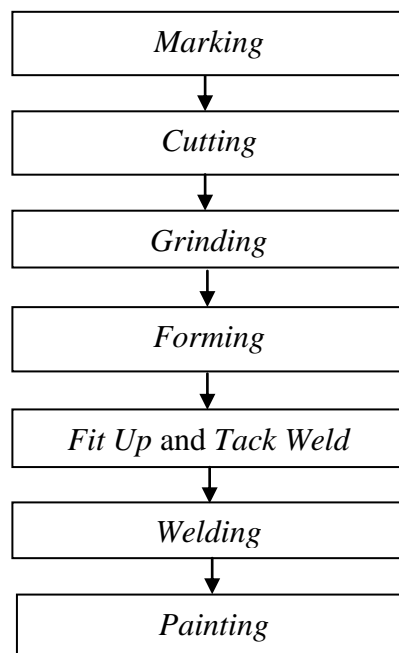
Mesin *Bending* digunakan untuk membengkokkan atau membentuk plat atau bahan berbahan besi sesuai dengan ukuran derajat yang diinginkan.

4.1.17 Deskripsi Proses Produksi Pada Pembuatan *Body Pressure Vessel*

Flare KO Drum V-750

Pada dasarnya proses pembuatan *pressure vessel* melalui beberapa tahapan yang saling berhubungan antara proses yang satu dengan proses selanjutnya. Proses ini saling berurutan dimana setiap proses harus menghasilkan *part* yang berkualitas sesuai dengan standar yang ditetapkan sehingga menjadi satu produk yang siap digunakan dan mampu bersaing dipasaran.

Proses pembuatan *body pressure vessel* yang ada di PT Gerbang Saranabaja terdiri dari 7 (tujuh) proses, yaitu diawali dengan proses *marking* (penandaan), proses *cutting* (pemotongan), proses *grinding* (penghalusan), proses *fit up* dan *tack weld*, proses *welding* (pengelasan), dan proses *painting* (pengecatan). Berikut alur produksinya dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Alur Proses Produksi *Body* pada *Pressure Vessel*
(Sumber: PT Gerbang Saranabaja)

1. Proses *Marking* (Penandaan)

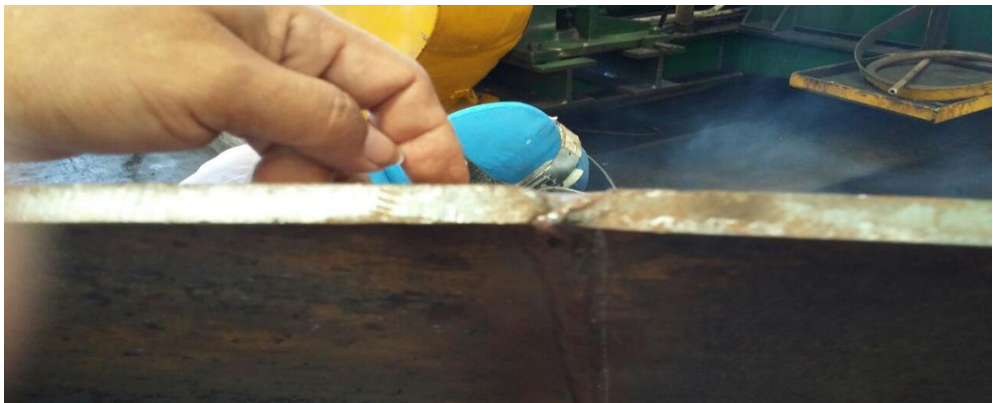
Proses dimana plat baja diukur dan ditandai sesuai bentuk dan ukuran gambar kerja yang dibutuhkan menggunakan alat bantu meteran dan kapur besi.

2. Proses *Cutting* (Pemotongan)

Proses *cutting* yang dimaksud adalah pemotongan plat baja dan pipa sesuai dengan gambar kerja. Setelah diukur, plat-plat baja tersebut dipotong menggunakan mesin CNC *cutting* yang telah *disetting* sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya.

3. Proses Gerinding (Penghalusan)

Setelah dipotong, sisi-sisi plat baja bekas pemotongan digerinda hingga bersih dan halus. Sisi tebalnya dipotong hingga permukaan sisinya bersudut (sesuai dengan gambar kerja). Hasil plat besi yang telah di gerinda dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Sisi plat baja setelah digerinda
(Sumber: PT Gerbang Saranabaja)

4. Proses *Forming* (Pembentukan)

Proses *Forming* adalah proses pembentukan *shell* (lembaran plat baja) menggunakan mesin *roll* yang bertujuan untuk mempengaruhi sifat mekanis benda kerja. Berikut proses *forming* dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Proses *Forming*
(Sumber: PT Gerbang Saranabaja)

5. Proses *Fit Up and Tack Weld*

Proses dimana bagian yang akan dihubungkan dipasang sesuai dengan ukuran dan posisi pada gambar kerja, serta di *tack weld* yang kuat untuk memastikan bahwa bagian yang di *fit up* tersebut tidak terjadi pergeseran atau *deformasi* pada saat pengelasan. Proses *fit up* dan *tack weld* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Bagian *head* dan *body* yang akan di *fit up and tack weld*
(Sumber: PT Gerbang Saranabaja)

6. Proses *Welding* (Pengelasan)

Proses ketika posisi antar *shell* sudah benar, maka dilakukan pengelasan untuk menyatukan *shell to shell*. Setelah dilas, maka dilakukan pembersihan pada bagian yang dilas. Berikut adalah proses pengelasan

yang dilakukan operator menggunakan mesin las manual (busur listrik) dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Proses *Welding*
(Sumber: PT Gerbang Saranabaja)

7. Proses *Painting* (Pengecatan)

Proses ini dilakukan ketika *body* dan *head pressure vessel* sudah dihubungkan satu sama lain dan dipastikan hasil pengelasan sudah benar serta tidak akan lagi dilakukan *repair* (pengelasan ulang). Sehingga hasil dari proses *welding* ini harus dicek secara mendetail untuk mengetahui kekuatan las tersebut. Berikut contoh *Pressure Vessel* yang telah dilakukan *painting* (pengecatan) dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 *Pressure Vessel* yang telah dilakukan *painting* (pengecatan)
(Sumber: PT Gerbang Saranabaja)

4.1.18 Data Historis Panjang Pengelasan dan Data Cacat *Pressure Vessel*

Flare KO Drum V-750

Data yang diambil adalah data panjang pengelasan dan jumlah cacat *welding* selama bulan Februari dan Maret 2016. Data panjang pengelasan dan jumlah cacat bulan Februari dan Maret 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Panjang Pengelasan dan Jumlah Cacat

No	Nama Komponen	Panjang Pengelasan (cm)	Jumlah Cacat
1	<i>Head</i> (kepala)	150,72	57
2	<i>Body</i> (badan)	2.136,34	172
3	<i>Nozzle</i> (aksesoris)	92,00	18
4	<i>Saddle</i> (kaki)	114,30	26
Total		2.493,36	273

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

4.1.19 Jenis-Jenis Cacat *Welding* Pada *Pressure Vessel*

Dalam proses produksi yang dilakukan berulang-ulang, tidak dapat dihindarkan terjadinya cacat pada bagian *welding*. Contoh jenis cacat pada *body Pressure Vessel* antara lain:

1. *Porosity*
Yaitu terdapat lubang-lubang kecil pada jalur pengelasan dimana sekelompok gelembung gas terjebak dalam lasan.
2. *Spatters*
yaitu terdapat bintik-bintik kecil bekas percikan api yang terdapat di sekitar daerah objek pengelasan.
3. *Cracks*
Yaitu terdapat retak pada bagian pengelasan atau pada bagian benda kerja.
4. *Overlap*
Yaitu terjadinya perbedaan ketinggian antara objek dengan kawat las pada jalur pengelasan dan disertai dengan bagian bawah pengelasan keropos (kurang tebal).

5. *Stop Start*

Yaitu jenis cacat las dimana pada saat dilakukan pengelasan operator berhenti kemudian disambung kembali sehingga menyebabkan permukaan objek yang dilas mengalami perbedaan ketebalan pada bagian dimana pengelasan tersebut dihentikan.

4.1.20 Data Historis Jenis Cacat *Welding* Pada *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*

Data historis jenis cacat *welding* dari bulan Februari-Maret 2016 dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Jenis Cacat Pada *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*

Jenis Cacat	Bulan		Jumlah Cacat
	Februari	Maret	
<i>Porosity</i>	29	47	76
<i>Spatters</i>	11	45	56
<i>Cracks</i>	12	10	24
<i>Overlap</i>	5	4	9
<i>Stop Start</i>	4	5	9

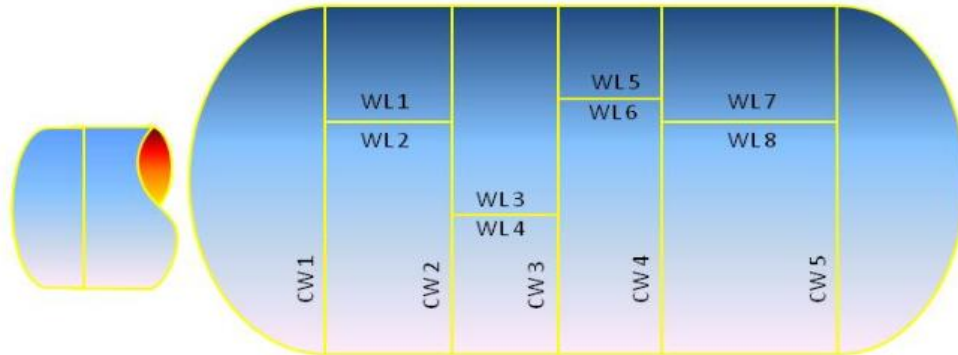
(Sumber: Hasil Pengamatan)

4.1.21 Data Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada komponen *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* dibagian *welding*. Data pengamatan diperoleh dengan melakukan pengamatan langsung pada bulan Februari-Maret 2016. Proses pengambilan data dilakukan sesuai prosedur inspeksi bagian *quality control*.

Pressure Vessel Flare KO Drum dengan *tag number V-750* terdiri dari material plat baja karbon ASTM SA.516 Grade 70 dan memiliki 2 (dua) tipe *shell* yaitu *welding long (WL)* dan *Circum Welding (CW)* dengan jumlah *welding long (WL)* sebanyak 8 (delapan) dan *Circum Welding (CW)* sebanyak 5 (lima) yang akan disatukan dan membentuk badan (*body*) dari *Pressure Vessel* itu sendiri.

Berikut gambar bagian pengelasannya dapat dilihat pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Bagian Pengelasan Body *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*

(Sumber: PT Gerbang Saranabaja)

Data diperoleh dari hasil produksi pada tanggal 22 Februari 2016 sampai tanggal 31 Maret 2016. Jumlah cacat yang diamati yaitu panjang *shell* pada pembuatan *Pressure Vessel KO Drum V-750* yang diproduksi selama 1 *shift* pada proses pengelasan. Data hasil pengamatan terhadap panjang *shell Pressure Vessel KO Drum V-750* dan jumlah cacat untuk panjang pengelasan *shell Pressure Vessel KO Drum V-750* diuraikan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Hasil Pengamatan *Shell Pressure Vessel KO Drum V-750*
dan Jumlah Cacat

Tgl	Joint No	Pengamatan ke	Panjang Sampel Diperiksa (cm)	Total Panjang Sampel Diperiksa (cm)	Jenis Cacat					Total Cacat
					A	B	C	D	E	
22-Feb	2A-WL.1	1	98,5	179,57	1	1	2	0	0	4
		2	81,07		2	0	3	0	0	5
23-Feb	2B-WL.2	3	91,65	180,08	5	1	2	0	0	8
		4	88,43		1	0	0	1	0	2
24-Feb	2C-WL.3	5	56	98,04	2	1	0	0	1	4
		6	42,04		3	1	1	0	0	5
25-Feb	2D-WL.4	7	72,75	119,88	1	0	0	0	0	1
		8	47,13		1	1	1	0	0	3
26-Feb	1B-CW.2	9	90,42	191,41	2	0	2	1	0	5
		10	100,99		7	4	0	3	2	16
29-Feb	2E-WL.5	11	67,5	122,43	2	0	1	0	0	3
		12	54,93		2	2	0	0	1	5
1-Mar	2F-WL.6	13	70,65	119,63	3	0	1	0	0	4
		14	48,98		1	1	0	0	0	2
2-Mar	1C-CW.3	15	60,48	191,41	2	1	0	0	1	4
		16	130,93		8	10	1	0	1	20
3-Mar	2G-WL.7	17	83,48	179,58	2	1	0	0	0	3
		18	96,1		3	4	2	1	0	10
4-Mar	2H-WL.8	19	80,75	180,08	2	2	0	0	0	4
		20	99,33		4	3	2	0	2	11
7-Mar	1D-CW.4	21	68,83	191,41	1	0	1	2	0	4
		22	122,58		12	3	1	1	0	17
8-Mar	1A-CW.1	23	56,73	191,41	1	2	0	0	0	3
		24	43,71		0	5	0	0	0	5
9-Mar	1A-CW.1	25	65,48	191,41	2	3	1	0	1	7
		26	25,49		1	5	0	0	0	6
16-Mar	1E-CW.5	27	35,47	191,41	0	1	0	0	0	1
		28	71,42		3	2	0	0	0	5
17-Mar	1E-CW.5	29	35,77	191,41	0	0	1	0	0	1
		30	48,75		2	2	0	0	0	4
Total			2.136,34	2.136,34	76	56	22	9	9	172

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Keterangan Tabel:

A	=	Porosity
B	=	Spatters
C	=	Cracks
D	=	Overlap
E	=	Stop Start

4.2 Pengolahan Data

Setelah data yang dibutuhkan terkumpul, langkah selanjutnya adalah mengolah data yang ada menggunakan *Statistical Process Control (SPC)*, *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*, dan *Fault Tree Analysis (FTA)*.

4.2.1 Pemilihan Jenis Komponen

Pemilihan jenis komponen akan dilakukan dengan melihat jenis komponen yang memiliki tingkat cacat *welding* terbesar, maka komponen itulah yang akan diprioritaskan dalam proyek peningkatan kualitas ini. Berikut adalah masing-masing jenis komponen *Pressure Vessel* dapat dilihat pada Tabel 4,5.

Tabel 4.5 Jenis Komponen *Pressure Vessel*

No	Nama Komponen	Panjang Pengelasan (cm)	Jumlah Cacat	Jumlah Cacat (%)
1	<i>Head</i> (kepala)	150,72	57	20,88 %
2	<i>Body</i> (badan)	2.136,34	172	63,00 %
3	<i>Nozzle</i> (aksesoris)	92	18	6,6 %
4	<i>Saddle</i> (kaki)	114,3	26	9,52 %
Total		2.493,36	273	100 %

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dari table diatas, dapat diketahui bahwa jumlah cacat terbesar terdapat pada komponen *body* sebanyak 172 dengan panjang pengelasan 2.136,34 cm.

4.2.2 Diagram Pareto

Langkah selanjutnya adalah membuat diagram Pareto dari jenis-jenis cacat *welding* pada produk *Pressure Vessel* untuk mengetahui jenis cacat *welding* mana yang memiliki presentase paling besar. Hal tersebut perlu dilakukan untuk jenis cacat *welding* mana yang akan diteliti dan dilakukan perbaikan kualitas menggunakan metode FMEA. Jumlah rasio produk cacat *welding* pada *Pressure Vessel* bulan Februari-Maret 2016, mengikuti formulasi sebagai berikut:

- *Porosity*

$$\text{Rasio} = \frac{\text{Jumlah Cacat}}{\text{Jumlah Cacat Keseluruhan}} \times 100 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio} &= \frac{76}{172} \times 100 \% \\ &= 44,18 \% \end{aligned}$$

Untuk rasio perhitungan jenis cacat *welding* yang lain dilakukan dengan cara yang sama, dan hasil perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Persentase Jenis Cacat Pada *Body Pressure Vessel*

Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Presentase Cacat (%)
<i>Porosity</i>	76	44,18 %
<i>Spatters</i>	56	32,56 %
<i>Cracks</i>	22	12,79 %
<i>Overlap</i>	9	5,23 %
<i>Stop Start</i>	9	5,23 %
Jumlah	172	100 %

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Setelah didapat rasio untuk masing-masing jenis cacat *welding*, maka selanjutnya diurutkan dari jumlah cacat *welding* yang paling besar sampai dengan yang paling kecil. Sehingga didapat yang paling besar adalah cacat *welding Porosity* dan yang paling kecil adalah cacat *stop start*. Setelah itu dihitung kumulatifnya dengan formulasi sebagai berikut:

- Jenis cacat *welding Porosity*

$$\text{Kumulatif} = \text{Kumulatif}_n + \text{Kumulatif}_{n+1}$$

$$\text{Kumulatif} = 0 + 44,18 \% = 44,18 \%$$

Untuk perhitungan kumulatif lainnya dilakukan dengan cara yang sama dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Perhitungan Kumulatif Persentase Jenis Cacat Pada *Body Pressure Vessel*

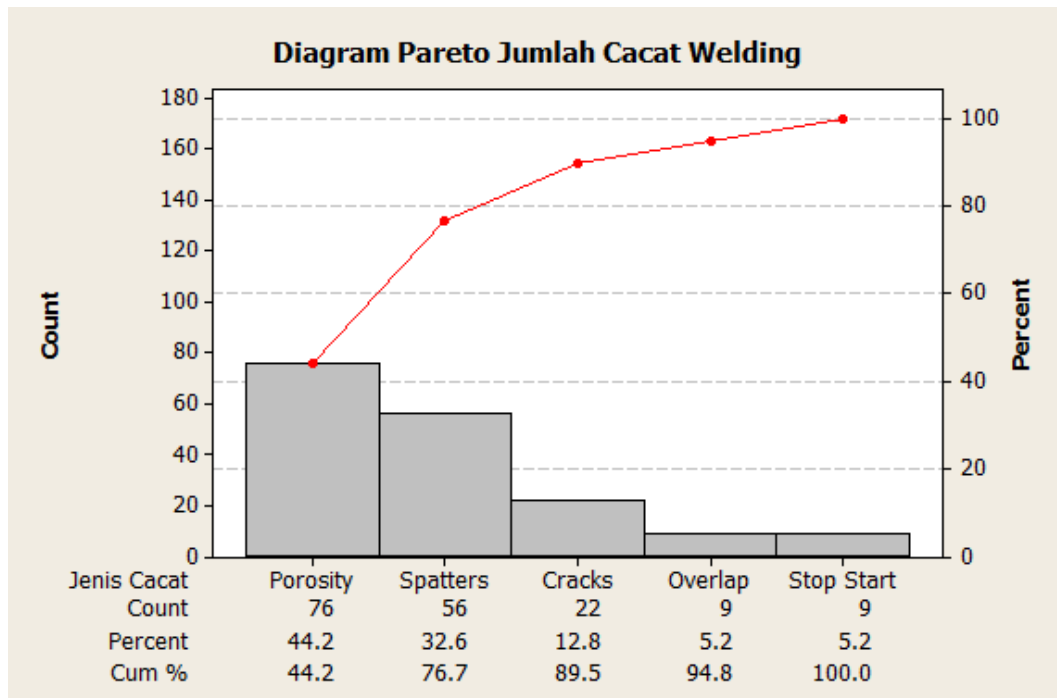
Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Presentase Cacat (%)	% Kumulatif
<i>Porosity</i>	76	44,18 %	44,18
<i>Spatters</i>	56	32,56 %	76,74
<i>Cracks</i>	22	12,79 %	89,53
<i>Overlap</i>	9	5,23 %	94,77
<i>Stop Start</i>	9	5,23 %	100,00
Jumlah	172	100 %	

(Sumber: Hasil Pengolahan Data)

Dilihat dari hasil perhitungan di atas, dapat diketahui bahwa presentase jenis cacat terbesar adalah *porosity*. Maka tahap selanjutnya dibuat diagram Pareto persentase jenis cacat dari bulan Februari-Maret 2016.

Langkah-langkah pembuatan Pareto menggunakan program *Minitab* 16 yaitu sebagai berikut:

1. Pada kolom C1 diisi dengan data jenis cacat.
2. Pada kolom C2 diisi dengan data diisi dengan data jumlah cacat pada setiap jenis cacat untuk bulan Februari-Maret 2016.
3. Klik *Stat* pada menu bar, pilih *Quality Tools*, lalu pilih *Pareto Chart*.
4. Ketik C2 pada kolom *Frequencies in*, dan ketik C1 pada kolom *Labels in*.
5. Klik *Options* dan ketik pada kolom *Title* "Diagram Pareto Jumlah Cacat *Welding*."
6. Lalu klik OK, dan akan muncul gambar diagram Pareto yang dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Diagram Pareto Jumlah Cacat Pada *Body Pressure Vessel*
 Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan gambar diagram Pareto diatas, dapat dilihat bahwa *porosity*, *spatters*, dan *cracks* merupakan jenis cacat *welding* dominan yang akan diteliti, karena memiliki syarat 80% penyebab cacat *welding* utama yang harus diperiksa lebih lanjut.

4.2.3 Peta Kendali U

Setelah mengetahui persentase jenis cacat *welding* terbesar dengan diagram Pareto, maka langkah selanjutnya dibuat peta kendali u. Berikut ini adalah pembuatan peta kendali u yang dilakukan berdasarkan pengamatan jumlah cacat pada *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* selama bulan Februari-Maret 2016. Pada data di bawah ini, panjang sampel yang diperiksa dilakukan dalam beberapa pengamatan, kemudian dilakukan penjumlahan terhadap jumlah panjang sampel yang diperiksa untuk mengetahui total panjang sampel yang diperiksa dan total jenis cacat. Data pengamatan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Data Pengamatan Jumlah Cacat pada *Body Pressure Vessel Flare KO*
Drum V-750 bulan Februari-Maret 2016

Tgl	Joint No	Pengamatan ke	Panjang Sampel Diperiksa (cm)	Total Panjang Sampel Diperiksa (cm)	Jenis Cacat					Total Cacat
					A	B	C	D	E	
22-Feb	2A-WL.1	1	98,5	179,57	1	1	2	0	0	4
		2	81,07		2	0	3	0	0	5
23-Feb	2B-WL.2	3	91,65	180,08	5	1	2	0	0	8
		4	88,43		1	0	0	1	0	2
24-Feb	2C-WL.3	5	56	98,04	2	1	0	0	1	4
		6	42,04		3	1	1	0	0	5
25-Feb	2D-WL.4	7	72,75	119,88	1	0	0	0	0	1
		8	47,13		1	1	1	0	0	3
26-Feb	1B-CW.2	9	90,42	191,41	2	0	2	1	0	5
		10	100,99		7	4	0	3	2	16
29-Feb	2E-WL.5	11	67,5	122,43	2	0	1	0	0	3
		12	54,93		2	2	0	0	1	5
1-Mar	2F-WL.6	13	70,65	119,63	3	0	1	0	0	4
		14	48,98		1	1	0	0	0	2
2-Mar	1C-CW.3	15	60,48	191,41	2	1	0	0	1	4
		16	130,93		8	10	1	0	1	20
3-Mar	2G-WL.7	17	83,48	179,58	2	1	0	0	0	3
		18	96,1		3	4	2	1	0	10
4-Mar	2H-WL.8	19	80,75	180,08	2	2	0	0	0	4
		20	99,33		4	3	2	0	2	11
7-Mar	1D-CW.4	21	68,83	191,41	1	0	1	2	0	4
		22	122,58		12	3	1	1	0	17
8-Mar	1A-CW.1	23	56,73	191,41	1	2	0	0	0	3
		24	43,71		0	5	0	0	0	5
9-Mar	1A-CW.1	25	65,48	191,41	2	3	1	0	1	7
		26	25,49		1	5	0	0	0	6
16-Mar	1E-CW.5	27	35,47	191,41	0	1	0	0	0	1
		28	71,42		3	2	0	0	0	5
17-Mar	1E-CW.5	29	35,77	191,41	0	0	1	0	0	1
		30	48,75		2	2	0	0	0	4
Total			2.136,34	2.136,34	76	56	22	9	9	172

Sumber: (Hasil Pengamatan)

Perhitungan di bawah ini merupakan perhitungan keseluruhan hasil pengamatan. Pada panjang sampel (cm) dikonversikan kedalam satuan meter (m) karena disesuaikan dengan total panjang pengelasan pada *shell* plat baja yang *dijoint*. Berikut ini rekapitulasi hasil perhitungan peta kendali \bar{u} untuk setiap waktu pengamatan ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Peta Kendali u

Joint No	Panjang Sampel (cm)	Jumlah Cacat (Xi)	Panjang Sample Plat Per Pemeriksaan (Ni)	Jumlah Cacat per Plat Pemeriksaan (Ui)	Batas-batas Kendali		
					CL	UCL	LCL
1A-CW.1	191,41	21	1,914	10,971	4,746	9,471	0,022
1B-CW.2	191,41	21	1,914	10,971	4,746	4,724	-4,724
1C-CW.3	191,41	24	1,914	12,539	4,746	4,724	-4,724
1D-CW.4	191,41	21	1,914	10,971	4,746	9,471	0,022
1E-CW.5	191,41	11	1,914	5,747	4,746	4,724	-4,724
2A-WL.1	179,57	9	1,796	5,012	4,746	4,877	-4,877
2B-WL.2	180,08	10	1,801	5,553	4,746	16,870	7,130
2C-WL.3	98,04	9	0,980	9,180	4,746	21,601	8,399
2D-WL.4	119,88	4	1,199	3,337	4,746	21,969	10031
2E-WL.5	122,43	8	1,224	6,534	4,746	17,907	6,093
2F-WL.6	119,63	6	1,196	5,015	4,746	20,976	9,024
2G-WL.7	179,58	13	1,796	7,239	4,746	17,877	8,123
2H-WL.8	180,08	15	1,801	8,330	4,746	11,870	2,130
Total	2.136.34	172	21,363	101,399			

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

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

**Menghitung \bar{u}

$$\bar{u} = \frac{U_i}{N_i}$$

$$\bar{u} = \frac{101,399}{21,363}$$

$$\bar{u} = 4,74$$

**Menghitung UCL

$$UCL = \bar{u} + 3 \sqrt{\bar{u}/N_i}$$

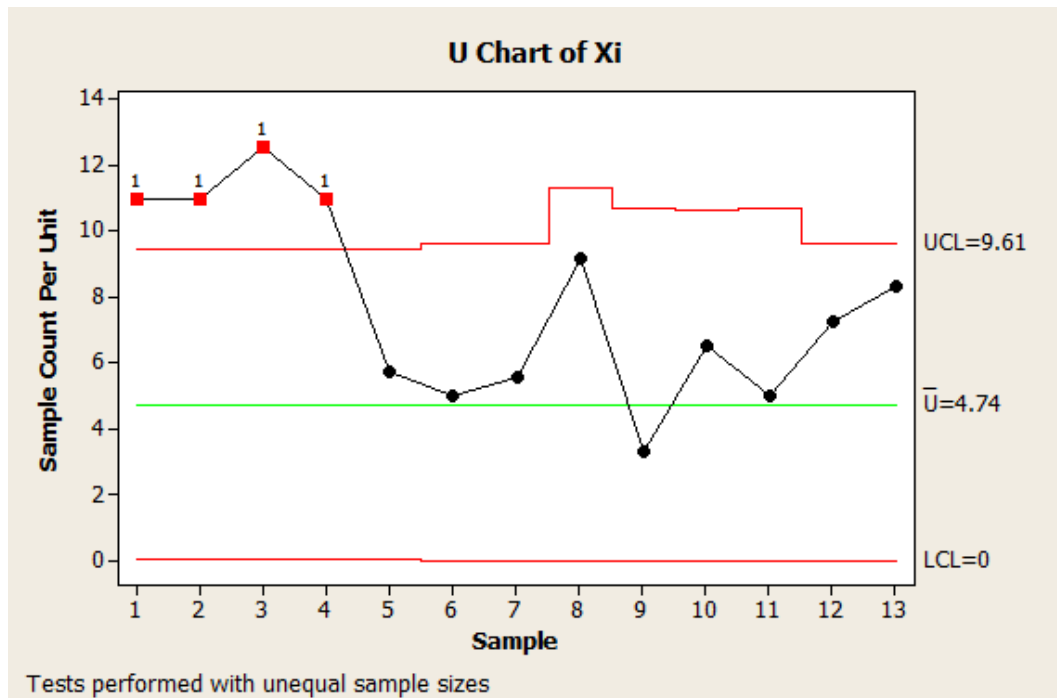
$$UCL = 4,74 + 3 \sqrt{4,74/1,914}$$
$$= 9,47$$

**Menghitung LCL

$$LCL = \bar{u} - 3 \sqrt{\bar{u}/N_i}$$

$$LCL = 4,74 - 3 \sqrt{4,74/1,914}$$
$$= 0,02$$

Setelah melakukan perhitungan batas kendali, selanjutnya dilakukan pembuatan peta kendali \bar{u} untuk memetakan batas-batas tersebut ke dalam suatu grafik. Tujuannya yaitu untuk melihat apakah data berada dalam batas kendali atau tidak. Jika ada data yang keluar dari batas kendali maka harus dilakukan penghitungan ulang atau revisi untuk menstabilkan proses. Peta kendali u untuk panjang pengelasan *body Pressure Vessel KO Drum V-750* ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Peta Kendali u Jumlah Cacat Pada *Body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Dari peta kendali u tersebut diketahui bahwa terdapat 4 titik data yang keluar dari batas kendali atas yaitu data pada *joint* antar *shell* pada pengelasan *circum welding* 1A-CW.1, 1B-CW.2, 1C-CW.3, dan 1D-CW.4. Untuk itu perlu direvisi nilai *center line* (CL), *upper control limit* (UCL) dan *lower control limit*-nya (LCL). Dengan cara perhitungan yang sama setelah dikurangi data yang berada di luar batas kendali, maka diperoleh data hasil revisi jumlah sampel serta jumlah cacat.

*) Jika hasil perhitungan batas kendali atas dan batas kendali bawah (UCL/LCL) nilainya negatif maka dianggap 0 (nol) karena jumlah cacat tidak bernilai negatif.

Tabel 4.10 Data Revisi Sampel *Shell Pressure Vessel KO Drum V-750*

Tgl	Joint No	Pengamatan ke	Panjang Sampel Diperiksa (cm)	Total Panjang Sampel Diperiksa (cm)	Jenis Cacat					Total Cacat
					A	B	C	D	E	
22-Feb	2A-WL.1	1	98,5	179,57	1	1	2	0	0	4
		2	81,07		2	0	3	0	0	5
23-Feb	2B-WL.2	3	91,65	180,08	5	1	2	0	0	8
		4	88,43		1	0	0	1	0	2
24-Feb	2C-WL.3	5	56	98,04	2	1	0	0	1	4
		6	42,04		3	1	1	0	0	5
25-Feb	2D-WL.4	7	72,75	119,88	1	0	0	0	0	1
		8	47,13		1	1	1	0	0	3
29-Feb	2E-WL.5	11	67,5	122,43	2	0	1	0	0	3
		12	54,93		2	2	0	0	1	5
1-Mar	2F-WL.6	13	70,65	119,63	3	0	1	0	0	4
		14	48,98		1	1	0	0	0	2
3-Mar	2G-WL.7	17	83,48	179,58	2	1	0	0	0	3
		18	96,1		3	4	2	1	0	10
4-Mar	2H-WL.8	19	80,75	180,08	2	2	0	0	0	4
		20	99,33		4	3	2	0	2	11
16-Mar	1E-CW.5	27	35,47	191,41	0	1	0	0	0	1
		28	71,42		3	2	0	0	0	5
17-Mar	29	35,77	0		0	1	0	0	1	
	30	48,75	2		2	0	0	0	4	
Total			1.370,7	1.370,7	40	23	16	2	4	85

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Hasil Perhitungan Peta Kendali \bar{u} *Shell Pressure Vessel KO Drum V-750- Revisi* dapat dilihat pada Tabel 4.11.

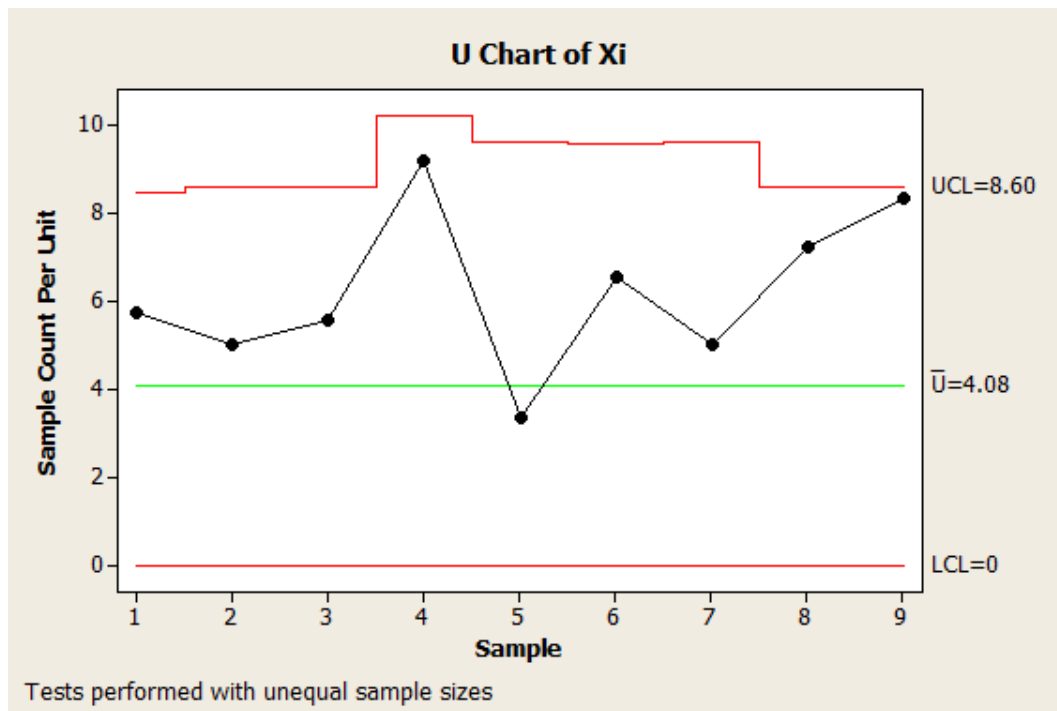
Tabel 4.11 Perhitungan Peta Kendali \bar{u} *Shell Pressure Vessel KO Drum V-750- Revisi*

Joint No	Panjang Sampel (cm)	Jumlah Cacat (Xi)	Panjang Sample Plat Per Pemeriksaan (Ni)	Jumlah Cacat per Plat Pemeriksaan (Ui)	Batas-batas Kendali		
					CL	UCL	LCL
1E-CW.5	191,41	11	1,914	5,747	4,082	8,462	-0,299
2A-WL.1	179,57	9	1,796	5,012	4,082	8,605	-0,441
2B-WL.2	180,08	10	1,801	5,553	4,082	8,598	-0,435
2C-WL.3	98,04	9	0,980	9,180	4,082	10,203	-2,040
2D-WL.4	119,88	4	1,199	3,337	4,082	9,617	-1,454
2E-WL.5	122,43	8	1,224	6,534	4,082	9,559	-1,396
2F-WL.6	119,63	6	1,196	5,015	4,082	9,623	-1,460
2G-WL.7	179,58	13	1,796	7,239	4,082	8,604	-0,441
2H-WL.8	180,08	15	1,801	8,330	4,082	8,598	-0,435
Total	1.370,7	85	13,707	55,947			

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

*) Jika hasil perhitungan batas kendali atas dan batas kendali bawah (UCL/LCL) nilainya negatif maka dianggap 0 (nol) karena jumlah cacat tidak bernilai negatif.

Hasil perhitungan revisi di atas dapat dilihat pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Peta Kendali u Jumlah Cacat Pada *Body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*- revisi

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Dari peta kendali \bar{u} *Shell Pressure Vessel KO Drum V-750* hasil revisi pertama, dapat dilihat bahwa semua data sudah masuk dalam batas kendali. Sehingga tidak diperlukan revisi kembali. Perhitungan peta kendali \bar{u} untuk produk ini berhenti sampai pada revisi pertama dan proses dapat dinyatakan terkendali secara statistik.

4.2.4 Perhitungan Nilai DPMO

Berikut ini langkah-langkah perhitungan DPMO dan level sigma perusahaan:

- a. Banyaknya Unit yang Diperiksa

Panjang pengelasan komponen *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* pada bulan Februari-Maret 2016 yaitu 2.136,34 cm.

b. Banyaknya Unit yang Cacat

Jumlah cacat per plat pemeriksaan pada tiap *shell Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* bulan Februari-Maret 2016 yaitu sebanyak 172 cacat.

c. Banyaknya CTQ Potensial Penyebab cacat

Karakteristik yang kritis bagi kualitas yang berpotensi untuk menjadi cacat terdapat 5 karakteristik kualitas (CTQ), yaitu *porosity, cracks, spatters, overlap, dan stop start*.

d. DPMO (*Defect Per Million Opportunities*)

$$DPMO = \frac{\text{Banyaknya unit yang cacat}}{\text{Banyaknya Unit yang diperiksa} \times \text{CTQ}} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{172}{2.136,34 \times 5} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 16.102,30 \approx 16.102$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* adalah 16.102.

4.2.5 Level Sigma

Nilai *sigma* dengan mengkonversikan DPMO ke dalam tabel konversi DPMO ke nilai *sigma* berdasarkan konsep Motorola yang ada pada lampiran A. Pada tabel diketahui bahwa DPMO sebesar 16.102 berada pada nilai *sigma* 3,64 – 3,65. Untuk mengetahui nilai *sigma* yang sesungguhnya, maka dilakukan dengan cara interpolasi dimana level *sigma* 3,64 besarnya DPMO yaitu 16.177 dan pada level *sigma* 3,65 besarnya DPMO yaitu 15.778.

$$\frac{16.177 - 16.102}{16.102 - 15.778} = \frac{3,64 - x}{x - 3,65}$$

$$\frac{75}{324} = \frac{3,64 - x}{x - 3,65}$$

$$75(x - 3,65) = 324(3,65 - x)$$

$$75x - 273,75 = 1.182,6 - 324x$$

$$75x + 324x = 1.182,6 + 273,75$$

$$399x = 1.456,35$$

$$x = \frac{1.456,35}{399}$$

$$x = 3,65$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai sigma sebesar 3,65. Nilai ini masih jauh dari nilai yang dianggap ideal yakni 6 *sigma*. Oleh sebab itu, diperlukan langkah-langkah untuk meningkatkan kualitas produk sehingga nilai *sigma* akan naik mendekati nilai 6 *sigma*.

4.2.6 Identifikasi *Potential Failure Mode* (Potensi Kegagalan)

Setelah dilakukan perhitungan Pengendalian Proses Statistik (SPC) dan mendapatkan nilai sigma, diketahui bahwa pada proses di bagian *welding* masih terdapat permasalahan sehingga masih menghasilkan cacat.

Oleh karena itu, langkah selanjutnya untuk penyelesaian masalah tersebut adalah dengan mengidentifikasi *potential failure mode*. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi proses yang berpotensi gagal memenuhi persyaratan proses atau desain. Adapun proses yang berpotensi gagal dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.12 Proses yang Berpotensi Menyebabkan Kegagalan

No	Proses	Standar Prosedur	Potential Failure Mode
1	Welding	Dilakukan pembersihan pada material sebelum dilakukan pengelasan	Material kotor, karat, dan terdapat gompel dibeberapa sisi plat yang menyebabkan <i>porosity</i>
		Pada tahap <i>pre-heat</i> seluruh permukaan material dihangatkan merata sekitar 100°C	Kurang teliti dalam pengontrolan panas sehingga dapat menyebabkan retak (<i>cracks</i>)
		Pengelasan dilakukan dengan arus antara 90 hingga 130 Ampere dan berlawanan dengan arah angin	Keadaan suhu pada mesin las terlalu panas dapat menyebabkan percikan api berlebih di sekitar daerah pengelasan

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

4.2.7 Identifikasi *Failure Effect* (Efek Kegagalan)

Setelah diketahui kegagalan potensial yang dapat berpengaruh pada terjadinya cacat *welding* produk *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*, maka langkah selanjutnya diidentifikasi *failure effect* agar dapat ditentukan nilai

severity. *Failure effect* yaitu efek-efek dari kegagalan yang dapat berpengaruh terhadap proses berikutnya atau pelanggan. Dengan mengidentifikasi *failure effect* maka dapat diketahui efek dari setiap kegagalan proses. *Failure effect* untuk setiap kegagalan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 *Potential Failure Effect* Untuk Setiap Kegagalan

No	Proses	Standar Prosedur	Potential Failure Effect
1	Welding	Dilakukan pembersihan pada material sebelum dilakukan pengelasan	Perbedaan suhu lingkungan membuat perubahan kondisi material menjadi kotor dan menyebabkan <i>porosity</i>
		Pada tahap <i>pre-heat</i> seluruh permukaan material dihangatkan merata sekitar 100°C	<i>Overheating</i> pada tahap <i>pre-heat</i> akan menyebabkan keretakan pada bagian yang dilas
		Pengelasan dilakukan dengan arus antara 90 hingga 130 Ampere dan berlawanan dengan arah angin	<i>Overheating</i> saat dilakukan pengelasan akan menyebabkan percikan las yang berlebih dan mengawali karat permukaan

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

4.2.8 Menentukan Nilai *Severity*

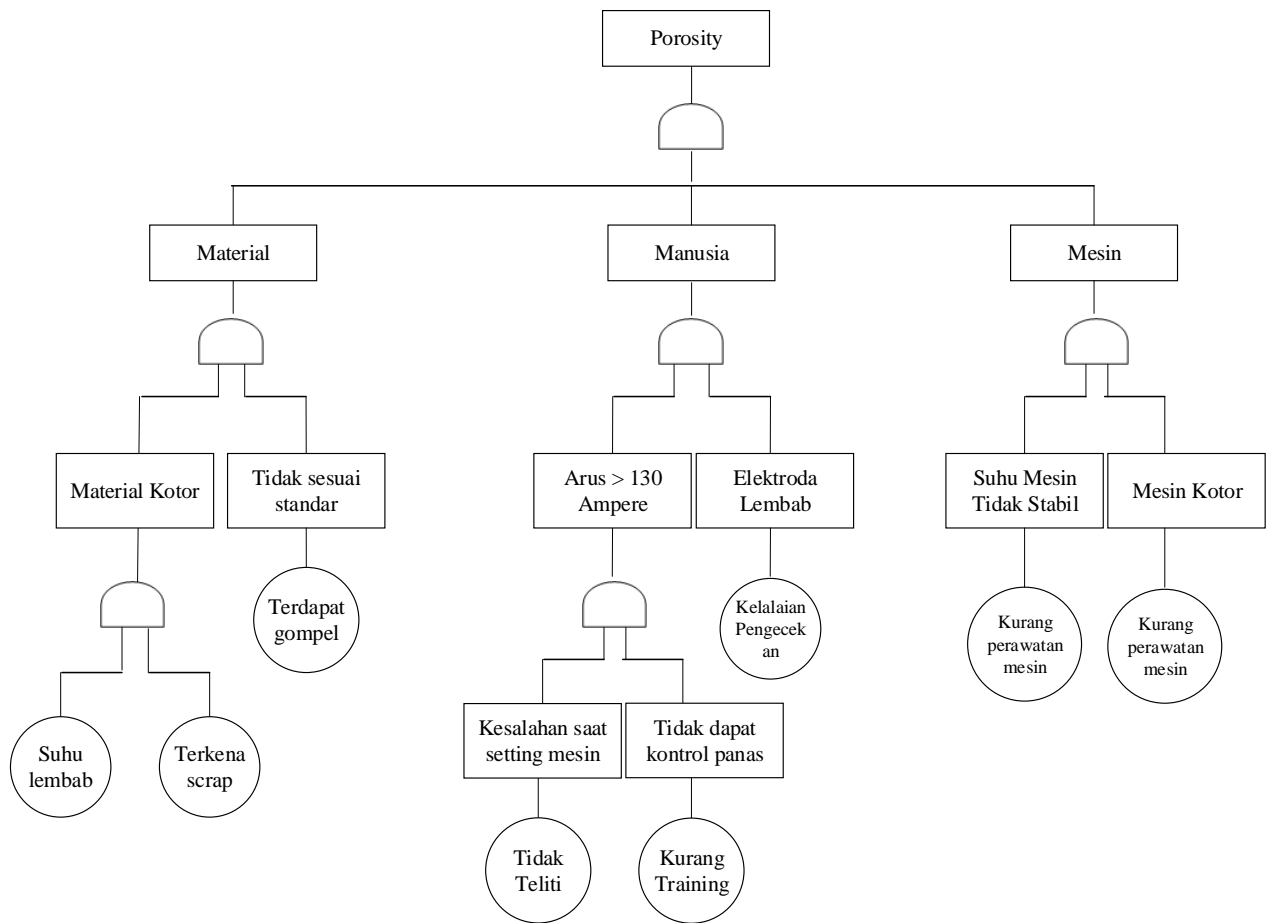
Setelah mengetahui *failure effect*, maka langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *severity*. Nilai *severity* sangat penting untuk mengetahui efek potensial dari setiap jenis kegagalan. Kriteria untuk nilai *severity* berbeda-beda. Penentuan nilai *severity* berdasarkan dari identifikasi efek keagalann yang mengacu pada table 2.3. Adapun penilaian *severity* untuk masing-masing *potential failure mode* adalah sebagai berikut:

1. Untuk efek kegagalan material kotor akibat perbedaan suhu lingkungan akan menyebabkan *porosity*, nilainya adalah 6 karena untuk menghilangkan cacat ini operator dapat menggerinda bagian yang mengalami *porosity* dan dilakukan pengelasan ulang sesuai dengan *welding procedure specification (WPS) repair*.

2. Untuk kegagalan *overheating* saat dilakukan *pre-heat* pada material yang akan dilas, nilainya adalah 6 karena bagian yang mengalami keretakan (*cracks*) di dalam jalur pengelasan dapat digerinda, distel, dan dilakukan *repair* ulang.
3. Untuk kegagalan *overheating* pada proses *welding* nilainya adalah 6 karena apabila pengelasan dilakukan pada arus melebihi 130 ampere, maka akan menimbulkan percikan api yang berlebih berupa bintik-bintik kecil yang dapat mengawali karat permukaan. Sehingga cukup dengan dichip / pahat saja atau dikikir kasar, namun tidak boleh digerinda karena akan memakan permukaan *base* metalnya.

4.2.9 *Fault Tree Analysis*

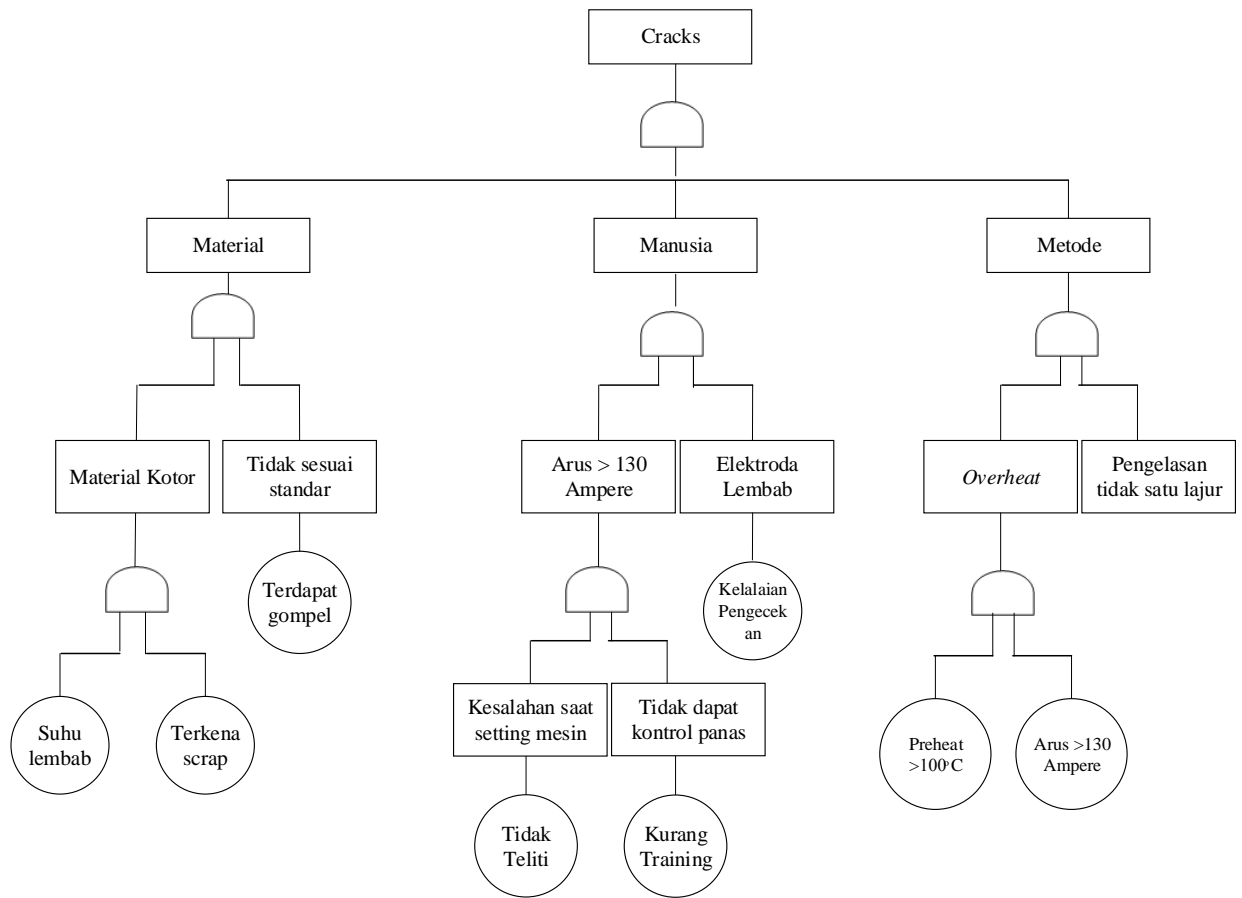
1. Identifikasi Kejadian yang tidak Diinginkan (*Undesired Event/Top Event*). Kejadian yang tidak diinginkan adalah kejadian yang tidak diharapkan terjadi dan memberikan dampak berupa kerugian pada suatu proses/system. Kejadian yang tidak diinginkan pada proses *welding body Pressure Vessel* terdiri dari 3 kejadian yaitu:
 - a. *Porosity*
 - b. *Cracks*
 - c. *Spatters*
2. *Fault Tree*
 - a. *Fault tree* cacat *porosity*



Gambar 4.17 *Fault Tree Cacat Porosity*

Sumber: (Hasil *Brainsorming*, 2016)

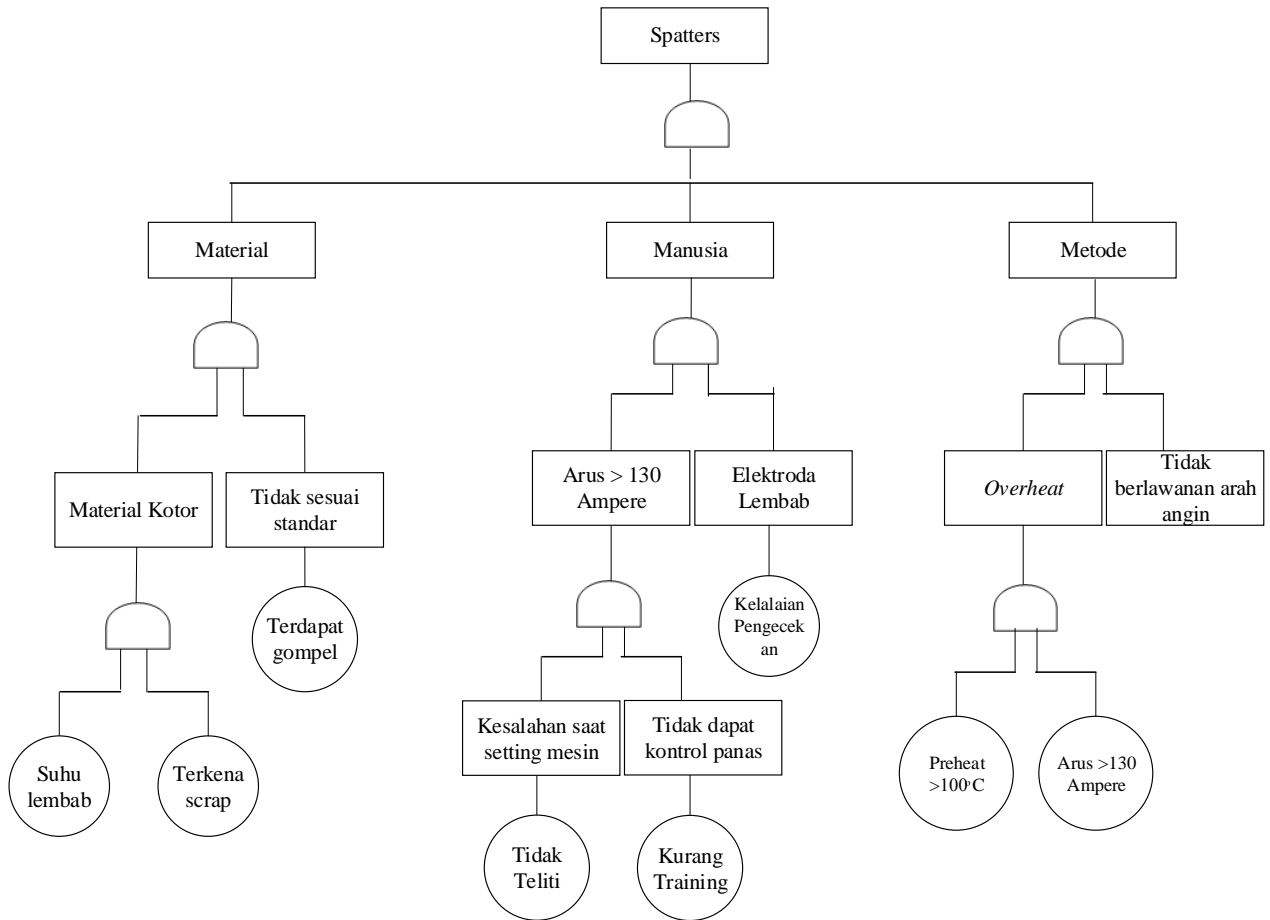
b. *Fault tree cacat cracks*



Gambar 4.18 *Fault Tree Cacat Cracks*

Sumber: (Hasil *Brainsorming*, 2016)

c. *Fault tree cacat spatters*



Gambar 4.19 *Fault Tree Cacat Spatters*

Sumber: (Hasil *Brainsorming*, 2016)

3. *Minimal Cut Set*

Minimal cut set adalah himpunan kombinasi terkecil *basic event* dimana jika *basic event* terjadi akan menyebabkan *top event* terjadi. Pada *minimal cut set* digunakan permisalan:

T adalah *Top event/undesired event*

P adalah *Primary event/basic event*

G adalah *Intermediate event*

a. *Minimal cut set fault tree cacat porosity*

Pada *fault tree analysis* cacat *porosity* diketahui bahwa:

T = *Porosity*

G1 = *Material*

- G2 = Manusia
- G3 = Mesin
- G4 = Material kotor
- G5 = Tidak sesuai standar
- G6 = Arus >130 ampere
- G7 = Kesalahan saat *setting* mesin
- G8 = Tidak dapat kontrol panas
- G9 = Elektroda lembab
- G10 = Suhu lembab
- G11 = Mesin kotor
- P1 = Suhu tidak stabil
- P2 = Terkena *scrap*
- P3 = Terdapat gompel
- P4 = Tidak teliti
- P5 = Kurang *training*
- P6 = Kelalaian pengecekan
- P7,P8 = Kurang perawatan mesin

Dari *fault tree* cacat *porosity* diperoleh persamaan Boolean:

- T = G1 + G2 + G3
- G1 = G4 + G5
- G2 = G6 + G7
- G3 = G8 + G9
- G4 = P1 + P2
- G5 = P3
- G6 = G7 + G8
- G7 = P4
- G8 = P5
- G9 = P6
- G10 = P7
- G11 = P8

Melalui persamaan diatas diperoleh:

$$\begin{aligned}
T &= G1 \text{ (karena } G1= G4+G5) + G2 \text{ (karena } G2= G6+G7) + G3 \\
&\text{(karena } G3= G8+G9) + G4 \text{ (karena } G4= P1 + P2) + G5 \text{ (karena } G5= \\
&P3) + G6 \text{ (karena } G6= G7 + G8) + G7 \text{ (karena } G7= P4) + G8 \text{ (karena} \\
&G8= P5) + G9 \text{ (karena } G9= P6) + G10 \text{ (karena } G10= P7) + G11 \\
&\text{(karena } G11= P8) \\
&= P1+P2+P3+P4+P5+P6+P7+P8
\end{aligned}$$

Maka, *minimal cut set* dari cacat *porosity* adalah P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, dan P8.

b. *Minimal cut set fault tree* cacat *cracks*

Pada *fault tree analysis* cacat *cracks* diketahui bahwa:

T	= <i>cracks</i>
G1	= Material
G2	= Manusia
G3	= Metode
G4	= Material kotor
G5	= Material tidak sesuai standar
G6	= Arus >130 ampere
G7	= Suhu mesin tidak stabil
G8	= Tidak dapat mengontrol panas
G9	= <i>Setting</i> mesin kurang tepat
G10	= <i>Overheat</i>
P1	= Suhu lembab
P2	= Terkena <i>scrap</i>
P3	= Terdapat gompel
P4	= Kurang pengecekan
P5	= Kurang <i>training</i>
P6	= Operator tidak teliti
P7	= <i>Pre-heat</i> >100 C
P8	= Arus >130 ampere
P9	= Pengelasan tidak satu lajur

Dari *fault tree* cacat *cracks* diperoleh persamaan Boolean:

$$\begin{aligned}
T &= G1 + G2 + G3 \\
G1 &= G4 + G5 \\
G2 &= G6 + G7 \\
G3 &= G8 + P9 \\
G4 &= P1 + P2 \\
G5 &= P3 \\
G6 &= G7 + G8 \\
G7 &= P4 \\
G8 &= P5 \\
G9 &= P6 \\
G10 &= P7 + P8
\end{aligned}$$

Melalui persamaan diatas diperoleh:

$$\begin{aligned}
T &= G1 \text{ (karena } G1= G4+G5) + G2 \text{ (karena } G2= G6 +G7) + G3 \\
&\text{(karena } G3= G8+P9) + G4 \text{ (karena } G4= P1+P2) + G5 \text{ (karena } G5= P3) \\
&+ G6 \text{ (karena } G6= G7+G8) + G7 \text{ (karena } G7= P4) + G8 \text{ (karena } G8= \\
&P5) + G9 \text{ (karena } G9= P6) + G10 \text{ (karena } G10= P7+P8) \\
&= P1+P2+P3+P4+P5+P6+P7+P8+P9
\end{aligned}$$

Maka, *minimal cut set* dari cacat *cracks* adalah P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, dan P9.

c. *Minimal cut set fault tree* cacat *spatters*

Pada *fault tree analysis* cacat *spatters* diketahui bahwa:

$$\begin{aligned}
T &= \textit{spatters} \\
G1 &= \text{Material} \\
G2 &= \text{Manusia} \\
G3 &= \text{Metode} \\
G4 &= \text{Material kotor} \\
G5 &= \text{Material tidak sesuai standar} \\
G6 &= \text{Arus } >130 \text{ ampere} \\
G7 &= \text{Suhu mesin tidak stabil} \\
G8 &= \text{Tidak dapat mengontrol panas} \\
G9 &= \textit{Setting} \text{ mesin kurang tepat}
\end{aligned}$$

- G10 = *Overheat*
- P1 = Suhu lembab
- P2 = Terkena *scrap*
- P3 = Terdapat gompel
- P4 = Kurang pengecekan
- P5 = Kurang *training*
- P6 = Operator tidak teliti
- P7 = *Pre-heat* >100 C
- P8 = Arus >130 ampere
- P9 = Tidak berlawanan arah angin

Dari *fault tree* cacat *spatters* diperoleh persamaan Boolean:

- T = G1 + G2 + G3
- G1 = G4 + G5
- G2 = G6 + G7
- G3 = G8 + P9
- G4 = P1 + P2
- G5 = P3
- G6 = G7 + G8
- G7 = P4
- G8 = P5
- G9 = P6
- G10 = P7 + P8

Melalui persamaan diatas diperoleh:

$$\begin{aligned}
 T &= G1 \text{ (karena } G1= G4+G5) + G2 \text{ (karena } G2= G6 +G7) + G3 \\
 &\text{(karena } G3= G8+P9) + G4 \text{ (karena } G4= P1+P2) + G5 \text{ (karena } G5= P3) \\
 &+ G6 \text{ (karena } G6= G7+G8) + G7 \text{ (karena } G7= P4) + G8 \text{ (karena } G8= \\
 &P5) + G9 \text{ (karena } G9= P6) + G10 \text{ (karena } G10= P7+P8) \\
 &= P1+P2+P3+P4+P5+P6+P7+P8+P9
 \end{aligned}$$

Maka, *minimal cut set* dari cacat *cracks* adalah P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, dan P9.

4.2.10 Menentukan Nilai *Occurance*

Occurrence adalah tingkat keseringan terjadinya *potential causes*. Nilai *occurrence* dapat ditentukan berdasarkan pengalaman manajemen selama ini ketika mengalami permasalahan saat terjadi cacat pada *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*. Nilai *occurrence* untuk setiap penyebab potensi kegagalan dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Nilai *Occurance* untuk Masing-Masing Kegagalan

No	Jenis Kegagalan	Penyebab Kegagalan	<i>Occurance</i>
1	<i>Porosity</i>	Suhu lembab	8
		Terkena <i>scrap</i>	8
		Terdapat gompel	8
		Tidak teliti	8
		Kurang <i>training</i>	8
		Kelalaian pengecekan	8
		Kurang perawatan mesin	8
2	<i>Cracks</i>	Suhu lembab	7
		Terkena <i>scrap</i>	7
		Terdapat gompel	7
		Kurang pengecekan	7
		Kurang <i>training</i>	7
		Operator tidak teliti	7
		<i>Pre-heat</i> >100°C	7
		Arus >130 ampere	7
		Pengelasan tidak satu lajur	7
3	<i>Spatters</i>	Suhu lembab	8
		Terkena <i>scrap</i>	8
		Terdapat gompel	8
		Kurang pengecekan	8
		Kurang <i>training</i>	8
		Operator tidak teliti	8
		<i>Pre-heat</i> >100°C	8
		Arus >130 ampere	8
		Tidak berlawanan arah angin	8

Sumber: (Hasil Pengolahan Data dan *Brainstorming*, 2016)

*) gompel adalah retak kecil yang terdapat pada permukaan material plat baja

4.2.11 Identifikasi Pengendalian Proses

Setelah mengetahui nilai *occurance*, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi pengendalian proses. Pengendalian proses merupakan metode kontrol yang dapat mencegah terjadinya penyebab kegagalan potensial atau mendeteksi terjadinya penyebab kegagalan. Identifikasi ini berdasarkan dari kondisi pengendalian untuk setiap penyebab kegagalan dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Pengendalian Proses pada Bagian *Welding Body Pressure Vessel*

No	Jenis Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Pengendalian Proses
1	<i>Porosity</i>	Suhu lembab	Pembalutan material menggunakan plastik
		Terkena <i>scrap</i>	Membersihkan <i>scrap</i> setelah proses pengelasan
		Terdapat gompel	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material
		Tidak teliti	Pengawasan visual oleh pihak QC
		Kurang <i>training</i>	Memberikan latihan ulang kepada operator
		Kelalaian pengecekan	Pengawasan visual oleh pihak QC
		Kurang perawatan mesin	Melakukan <i>preventive maintenance</i>
2	<i>Cracks</i>	Suhu lembab	Pembalutan material menggunakan plastik
		Terkena <i>scrap</i>	Membersihkan <i>scrap</i> setelah proses pengelasan
		Terdapat gompel	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material
		Kurang pengecekan	Pemeriksaan rutin saat proses pengelasan berlangsung
		Kurang <i>training</i>	Memberikan latihan ulang kepada operator
		Operator tidak teliti	Pengawasan visual oleh pihak QC
		<i>Pre-heat</i> >100°C	Pengecekan suhu mesin sebelum <i>pre-heat</i>
		Arus >130 ampere	Kontrol panas dengan benar
		Pengelasan tidak satu lajur	Pengawasan visual oleh pihak QC
3	<i>Spatters</i>	Suhu lembab	Pembalutan material menggunakan plastik
		Terkena <i>scrap</i>	Membersihkan <i>scrap</i> setelah proses pengelasan
		Terdapat gompel	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material
		Kurang pengecekan	Pemeriksaan rutin saat proses pengelasan berlangsung
		Kurang <i>training</i>	Memberikan latihan ulang kepada operator
		Operator tidak teliti	Pengawasan visual oleh pihak QC
		<i>Pre-heat</i> >100°C	Pengecekan suhu mesin sebelum <i>pre-heat</i>
		Arus >130 ampere	Kontrol panas dengan benar
		Tidak berlawanan arah angin	Pengawasan visual oleh pihak QC

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

4.2.12 Menentukan Nilai *Detection*

Detection merupakan pendeteksi yang telah ada. *Detection* dengan skala 1 menunjukkan pendeteksian yang paling mudah karena selalu jelas, sementara skala 10 merupakan tingkat yang tidak dapat dideteksi. Setelah melakukan *brainstorming* dengan pihak seksi QC diperoleh hasil pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 *Detection* untuk Masing-Masing Kegagalan

No	Jenis Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Pengendalian Proses	<i>Detection</i>
1	<i>Porosity</i>	Suhu lembab	Pembalutan material menggunakan plastik	6
		Terkena <i>scrap</i>	Membersihkan <i>scrap</i> setelah proses pengelasan	4
		Terdapat gompel	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material	5
		Tidak teliti	Pengawasan visual oleh pihak QC	4
		Kurang <i>training</i>	Memberikan latihan ulang kepada operator	3
		Kelalaian pengecekan	Pengawasan visual oleh pihak QC	3
		Kurang perawatan mesin	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	3
2	<i>Cracks</i>	Suhu lembab	Pembalutan material menggunakan plastik	4
		Terkena <i>scrap</i>	Membersihkan <i>scrap</i> setelah proses pengelasan	3
		Terdapat gompel	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material	3
		Kurang pengecekan	Pemeriksaan rutin saat proses pengelasan berlangsung	4
		Kurang <i>training</i>	Memberikan latihan ulang kepada operator	3
		Operator tidak teliti	Pengawasan visual oleh pihak QC	3
		<i>Pre-heat</i> >100 C	Pengecekan suhu mesin sebelum <i>pre-heat</i>	2
		Arus >130 ampere	Kontrol panas dengan benar	2
		Pengelasan tidak satu lajur	Pengawasan visual oleh pihak QC	2
3	<i>Spatters</i>	Suhu lembab	Pembalutan material menggunakan plastik	4
		Terkena <i>scrap</i>	Membersihkan <i>scrap</i> setelah proses pengelasan	3
		Terdapat gompel	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material	3
		Kurang pengecekan	Pemeriksaan rutin saat proses pengelasan berlangsung	4
		Kurang <i>training</i>	Memberikan latihan ulang kepada operator	2
		Operator tidak teliti	Pengawasan visual oleh pihak QC	2
		<i>Pre-heat</i> >100 C	Pengecekan suhu mesin sebelum <i>pre-heat</i>	2
		Arus >130 ampere	Kontrol panas dengan benar	3

Tabel 4.16 *Detection* untuk Masing-Masing Kegagalan (Lanjutan..)

		Penyebab Kegagalan	Pengendalian Proses	<i>Detection</i>
		Tidak berlawanan arah angin	Pengawasan visual oleh pihak QC	3

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

4.2.13 Menghitung Nilai *Risk Priority Number* (RPN)

RPN merupakan angka yang menyatakan skala prioritas terhadap risiko kualitas yang digunakan untuk panduan melakukan rencana perbaikan. Nilai RPN yang terbesar nantinya akan menjadi fokus untuk dilakukan tindakan perbaikan. RPN dapat dihitung dengan cara mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* yang telah ditentukan pada langkah sebelumnya. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$RPN = S \times O \times D$$

Langkah tersebut dilakukan untuk semua efek kegagalan potensial dari setiap mode kegagalan potensial untuk selanjutnya diakumulasi sehingga diperoleh hasil akhir yaitu nilai RPN. Hasil perhitungan nilai RPN dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Perhitungan Nilai RPN

No	Proses	Potensial Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Pengendalian Proses	D	RPN
1	Welding	Porosity	Perbedaan suhu lingkungan membuat perubahan kondisi material menjadi kotor dan menyebabkan porosity	6	Suhu lembab	8	Pembalutan material menggunakan plastik	6	288
					Terkena scrap	8	Membersihkan scrap setelah proses pengelasan	4	192
					Terdapat gompel	8	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material	5	240
					Tidak teliti	8	Pengawasan visual oleh pihak QC	4	192
					Kurang training	8	Memberikan latihan ulang kepada operator	3	144
					Kelalaian pengecekan	8	Pengawasan visual oleh pihak QC	3	144
					Kurang perawatan mesin	8	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	3	144
2		Cracks	Overheating pada tahap <i>pre-heat</i> akan menyebabkan keretakan pada bagian yang dilas	6	Suhu lembab	7	Pembalutan material menggunakan plastik	4	168
					Terkena scrap	7	Membersihkan scrap setelah proses pengelasan	3	126
					Terdapat gompel	7	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material	3	168
					Kurang pengecekan	7	Pemeriksaan rutin saat proses pengelasan berlangsung	4	168
					Kurang training	7	Memberikan latihan ulang kepada operator	3	126
					Operator tidak teliti	7	Pengawasan visual oleh pihak QC	3	84
					<i>Pre-heat</i> >100°C	7	Pengecekan suhu mesin sebelum <i>pre-heat</i>	2	84
					Arus >130 ampere	7	Kontrol panas dengan benar	2	84
					Pengelasan tidak satu lajur	7	Pengawasan visual oleh pihak QC	2	84

Tabel 4.17 Perhitungan Nilai RPN (Lanjutan..)

No	Proses	Potensial Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Pengendalian Proses	D	RPN
3		<i>Spatters</i>	<i>Overheating</i> saat dilakukan pengelasan akan meyebabkan percikan las yang berlebih dan mengawali karat permukaan	6	Suhu lembab	8	Pembalutan material menggunakan plastik	4	192
					Terkena <i>scrap</i>	8	Membersihkan <i>scrap</i> setelah proses pengelasan	3	144
					Terdapat gompel	8	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material	3	144
					Kurang pengecekan	8	Pemeriksaan rutin saat proses pengelasan berlangsung	4	192
					Kurang <i>training</i>	8	Memberikan latihan ulang kepada operator	2	96
					Operator tidak teliti	8	Pengawasan visual oleh pihak QC	2	96
					<i>Pre-heat</i> >100°C	8	Pengecekan suhu mesin sebelum <i>pre-heat</i>	2	96
					Arus >130 ampere	8	Kontrol panas dengan benar	3	144
					Tidak berlawanan arah angin	8	Pengawasan visual oleh pihak QC	3	144

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Setelah mendapatkan nilai RPN dari masing–masing penyebab kegagalan, langkah selanjutnya adalah menjumlahkan nilai RPN tersebut. Misal untuk mode kegagalan potensial *porosity* yang terdiri dari penyebab kegagalan yaitu suhu lembab, terkena *scrap*, terdapat gompel, tidak teliti, kurang *training*, kelalaian pengecekan, dan kurang perawatan mesin dengan nilai RPN 1344 nilai tersebut didapatkan dari kegagalan potensial dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Akumulasi Nilai RPN

<i>Potential Failure Mode</i>	Akumulasi Nilai RPN
<i>Porosity</i>	1344
<i>Cracks</i>	1092
<i>Spatters</i>	1248

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Dari tabel di atas dapat diketahui nilai RPN tertinggi dengan nilai sebesar 1344 ada pada mode kegagalan potensial *porosity* , maka mode kegagalan ini akan menjadi prioritas perbaikan.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Setelah memperoleh data yang dibutuhkan dan mengolahnya, maka dilanjutkan dengan menganalisis dan membahas data berdasarkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

5.1 Analisis Pengendalian Proses Statistik (SPC)

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengolahan data menggunakan Pengendalian Proses Statistik (*Statistical process Control/SPC*), maka hasil analisis adalah sebagai berikut:

5.1.1 Analisis Pemilihan Jenis Komponen

Dalam hal ini, dilakukan penentuan dan pemilihan jenis produk yang dihasilkan pada bagian *welding*. Penentuan dan pemilihan dilakukan dengan memprioritaskan masalah-masalah yang sering terjadi dan upaya peningkatan kualitas mana yang harus ditangani terlebih dahulu yaitu dengan melihat seberapa besar persentase cacat *welding* dari masing-masing komponen, dimana jenis komponen yang memiliki persentase cacat *welding* terbesar maka jenis komponen itulah yang akan diprioritaskan dalam peningkatan kualitas ini.

Dapat dilihat pada Tabel 4.5, diketahui ada jenis komponen pada *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* yang dihasilkan oleh bagian *welding* pada bulan Februari-Maret 2016, yaitu *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*, dengan persentase cacat *welding* pada bulan Februari-Maret 2016 adalah sebesar 63,00%.

Dari data di atas, dapat diketahui bahwa jenis komponen yang paling banyak menghasilkan cacat adalah bagian *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* yaitu sebesar 63,00% dari total panjang pengelasan untuk bagian *body* yaitu 2136,34 cm yang diproduksi selama bulan Februari-Maret 2016. Jadi, komponen yang diprioritaskan untuk penyelesaian masalah menggunakan metode FMEA adalah bagian *body* dari *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*.

5.1.2 Analisis Diagram Pareto

Dalam penelitian ini, diagram Pareto digunakan sebagai salah satu *tools* untuk menentukan jenis cacat *welding* mana yang akan diteliti dan dilakukan perbaikan kualitas dengan menggunakan metode FMEA dan FTA. Berdasarkan hasil perhitungan diagram Pareto yang dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.13, persentase terjadinya kegagalan untuk masing-masing jenis cacat *welding* adalah sebagai berikut:

1. *Porosity* sebanyak 44,18%.
2. *Spatters* sebanyak 32,56%.
3. *Cracks* sebanyak 12,79%.
4. *Overlap* sebanyak 5,23%.
5. *Stop Start* sebanyak 5,23%.

Dari data di atas, dapat diketahui bahwa jenis cacat *welding* dominan yang akan diteliti pada penelitian ini adalah *porosity*, *spatters*, dan *cracks*. Hal itu dikarenakan ketiga jenis cacat *welding* tersebut memiliki syarat 80% penyebab cacat *welding* utama yang menjadi fokus untuk perbaikan.

5.1.3 Analisis Peta Kendali U

Pembuatan dan perhitungan peta kendali u dilakukan berdasarkan seberapa banyak jumlah cacat dalam setiap panjang plat per pemeriksaan. Hal ini dikarenakan dari ketiga jenis cacat *welding* tersebut mengalami kegagalan pada titik pengelasan yang berbeda-beda. Dari peta kendali \bar{u} diketahui bahwa proses *welding body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* belum stabil, sehingga ada data cacat yang berada di luar batas kendalinya.

Berdasarkan hasil perhitungan peta kendali u yang dapat dilihat pada Gambar 4.14 pada *welding Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*, diketahui bahwa terdapat data cacat yang melebihi batas kendali (*out of control*) yaitu pada panjang *sample* plat per pemeriksaan 1A-CW.1 dan 2F-WL.6. Hal ini berarti proses yang berlangsung pada hari tersebut tidak berada dalam pengendalian statistik sehingga perlu diambil tindakan korektif untuk memperbaiki proses yang ada. Oleh karena itu, perusahaan perlu mencari penyebab ketidaknormalan data dengan menggunakan metode FMEA dan FTA.

5.2 Analisis Nilai Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number (RPN) merupakan angka yang menyatakan skala prioritas terhadap resiko kualitas yang digunakan untuk panduan melakukan rencana perbaikan. Nilai RPN terbesar nantinya akan menjadi fokus untuk dilakukan tindakan perbaikan. Berdasarkan hasil pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan metode FMEA pada komponen *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* didapatkan hasil berupa nilai RPN, dengan urutan mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil secara berturut-turut adalah untuk mode kegagalan *porosity* memiliki nilai RPN sebesar 1344, mode kegagalan *cracks* memiliki nilai RPN sebesar 1092, dan untuk mode kegagalan *spatters* memiliki nilai RPN sebesar 1248.

Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa tindakan perbaikan akan difokuskan pada mode kegagalan potensial *porosity* karena memiliki nilai RPN terbesar. Seperti yang diketahui nilai RPN didapat dengan mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Adapun nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk mode kegagalan *porosity* adalah nilai *severity* 6 untuk efek kegagalan potensial yaitu material kotor, karat, dan terdapat gompel di beberapa sisi plat karena untuk menghilangkan cacat ini operator dapat menggerinda bagian yang mengalami *porosity* dan dilakukan pengelasan ulang sesuai dengan *welding procedure specification (WPS) repair*.

Nilai *occurrence* terdiri atas tujuh nilai, yang didapat dari penyebab kegagalan pertama adalah suhu lembab mendapatkan nilai *occurrence* 8 yang artinya kegagalan dapat dikaitkan dengan kegagalan sebelumnya yang sering terjadi dalam jumlah besar. Penyebab kegagalan yang kedua adalah terkena *scrap* mendapatkan nilai *occurrence* 8 yang artinya kegagalan dapat dikaitkan dengan kegagalan sebelumnya yang sering terjadi dalam jumlah besar. Penyebab kegagalan yang ketiga adalah terdapat gompel mendapatkan nilai 8 yang artinya kegagalan dapat dikaitkan dengan kegagalan sebelumnya yang sering terjadi dalam jumlah besar. Penyebab kegagalan yang keempat adalah tidak teliti mendapatkan nilai 8 yang artinya kegagalan dapat dikaitkan dengan kegagalan dapat dikaitkan dengan kegagalan sebelumnya yang sering terjadi dalam jumlah

besar. Penyebab kegagalan kelima adalah kurang *training* mendapatkan nilai 8 yang artinya kegagalan dapat dikaitkan dengan kegagalan sebelumnya yang sering terjadi dalam jumlah besar. Penyebab kegagalan keenam adalah kelalaian pengecekan mendapatkan nilai 8 dapat dikaitkan dengan kegagalan dapat dikaitkan dengan kegagalan sebelumnya yang sering terjadi dalam jumlah besar. Penyebab kegagalan ketujuh atau terakhir adalah kurang perawatan mesin mendapatkan nilai 8 yang artinya kegagalan dapat dikaitkan dengan kegagalan sebelumnya yang sering terjadi dalam jumlah besar.

Nilai *detection* terdiri atas tujuh nilai, yang pertama pada suhu lembab maka dilakukan pengecekan keadaan material sebelum dilakukan proses pengelasan dengan benar mendapatkan nilai 6 karena jarang dilakukan pengecekan sebelum dilakukan pengelasan. *Detection* yang kedua untuk terkena *scrap* maka agar dapat meminimalkannya adalah dengan membersihkan *scrap* setelah proses pengelasan sebelumnya mendapatkan nilai 4 karena mungkin untuk mendeteksi kegagalan ini dengan pembersihan *scrap* secara rutin. *Detection* yang ketiga pada terdapat gompel yang ditemukan di permukaan material dapat dilakukan pemeriksaan ulang pada saat *incoming* material mendapatkan nilai 5 karena inspeksi jarang dilakukan untuk memastikan terdapat gompel pada setiap material yang ada. *Detection* yang keempat pada kurang ketelitian dapat dilakukan pengawasan visual oleh pihak QC mendapatkan nilai 4 karena mungkin bagi pihak QC untuk mendeteksi kegagalan ini dengan melakukan inspeksi selama proses pengelasan berlangsung. *Detection* yang kelima untuk kurang *training* dapat diberikan latihan ulang mendapatkan nilai 3 karena mungkin bagi perusahaan memberikan *training* ulang kepada operator yang dianggap belum menguasai teknik pengelasan. *Detection* yang keenam pada kelalaian pengecekan dapat dilakukan dengan pengawasan visual oleh pihak QC mendapatkan nilai 3 karena mungkin cukup besar peluang untuk mendeteksi kegagalan ini. *Detection* yang ketujuh atau terakhir pada kurangnya perawatan mesin dapat dilakukan upaya untuk melakukan *preventive maintenance* mendapatkan nilai 3 yang artinya mungkin untuk kontrol yang ada untuk mendeteksi kegagalan ini.

5.3 Usulan Rencana Perbaikan

Usulan tindakan perbaikan untuk mengatasi penyebab timbul kegagalan dari *welding body* pada *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* berdasarkan nilai RPN tertinggi yaitu *porosity*. Hal ini dimaksudkan agar perusahaan dapat melakukan perbaikan dengan memprioritaskan cacat *welding body* yang jumlahnya besar untuk diperbaiki terlebih dahulu.

Rencana perbaikan dilihat dari tiga faktor yang menjadi penyebab timbulnya cacat *welding body* yaitu material, manusia, dan mesin. Ketiga faktor itulah yang menyebabkan cacat *welding body*. Oleh karena itu, akan dilakukan upaya perbaikan terhadap ketiga faktor tersebut guna meningkatkan perbaikan kualitas dengan membuat rencana perbaikan menggunakan metode 5W+1H.

5W+1H terdiri dari: *What* (apa), *How* (bagaimana), *Why* (mengapa), *Who* (siapa), *Where* (dimana), dan *When* (bilamana). Maka, usulan rencana perbaikan yang akan dilakukan dengan metode 5W+1H dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Usulan Rencana Perbaikan Menggunakan Metode 5W+1H

Proses	No	Faktor	What (Penyebab)	How (Rencana perbaikan)	Why (Tujuan)	Where (Lokasi)	When (Waktu)	Who (Penanggung Jawab)
Welding	1	Material	Suhu lembab	Pembalutan material dengan plastik	Untuk mencegah material kontak dengan udara berlebih dan air	Di bagian produksi dan <i>storage</i>	Bulan April-Mei 2016	Kepala produksi dan operator
			Terkena <i>scrap</i>	Membersihkan <i>scrap</i> yang tersisa dari setiap proses pengelasan yang berlangsung secara rutin sehingga <i>scrap</i> dari hasil pengelasan tidak mengotori material lain	Agar <i>scrap</i> dari hasil pengelasan sebelumnya tidak mengotori keadaan material lain	Di bagian produksi dan <i>storage</i>	Bulan April-Mei 2016	Operator proses
			Terdapat gompel	Melakukan penerimaan material dengan benar dan penuh dengan kehati-hatian, menurunkan material secara perlahan, serta menyimpan material di <i>storage</i>	Untuk mengurangi jumlah cacat <i>welding</i> akibat peletakan material yang kurang tepat	Saat <i>incoming</i> material dan <i>storage</i>	Bulan April-Mei 2016	Bagian <i>storage</i> dan <i>supervisor</i> QC
	2	Manusia	Tidak teliti	Memberi himbauan dan pengarahan sebelum bekerja (<i>briefing</i> singkat)	Untuk memperlancar proses pengelasan dan mengurangi cacat <i>welding</i>	Di bagian produksi dan <i>storage</i>	Bulan April-Mei 2016	<i>Supervisor</i> QC, kepala produksi
			Kurang <i>training</i>	Memberikan pelatihan kepada operator yang belum menguasai teknik pengelasan dengan baik	Untuk melatih operator baru agar proses pengelasan dapat berjalan sesuai WPS dan meminimasi jumlah cacat	Di bagian produksi	Bulan April-Mei 2016	Supervisor QC

Tabel 5.1 Usulan Rencana Perbaikan Menggunakan Metode 5W+1H (Lanjutan...)

	No	Faktor	<i>What</i> (Penyebab)	<i>How</i> (Rencana perbaikan)	<i>Why</i> (Tujuan)	<i>Where</i> (Lokasi)	<i>When</i> (Waktu)	<i>Who</i> (Penanggung Jawab)
			Kelalaian pengecekan	Melakukan inspeksi visual sebelum dan selama proses pengelasan berlangsung	Untuk memastikan operator agar material dan elektroda yang digunakan sebelum dilakukan pengelasan dalam kondisi baik	Di bagian produksi	Bulan April-Mei 2016	<i>Supervisor</i> QC, kepala produksi
	3	Mesin	Kurang perawatan mesin	Melakukan perawatan secara berkala baik sebelum maupun sesudah proses pengelasan dan melakukan perbaikan (<i>service</i>) untuk mesin yang bermasalah	Untuk menghindari kondisi mesin yang tidak stabil yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan	Di bagian produksi	Bulan April-Mei 2016	Kepala <i>technical and operation</i> , teknisi, dan operator proses

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Berdasarkan Tabel 5.1, rencana perbaikan yang perlu diupayakan perusahaan adalah sebagai berikut:

1. Untuk faktor material yang disebabkan suhu lembab dilakukan dengan cara pembalutan material dengan menggunakan plastik. Hal ini dilakukan untuk mencegah material kontak dengan udara berlebih dan air. Penanggung jawab dalam upaya-upaya di atas adalah kepala produksi dan operator. Untuk faktor material yang disebabkan oleh terkena *scrap* dilakukan dengan cara membersihkan *scrap* yang tersisa dari setiap proses pengelasan yang berlangsung secara rutin sehingga *scrap* dari hasil pengelasan tidak mengotori material lain. Hal ini dilakukan agar *scrap* dari hasil pengelasan sebelumnya tidak mengotori keadaan material lain. Penanggung jawab dalam upaya-upaya di atas adalah operator proses. Untuk faktor material yang disebabkan oleh terdapat gompel dilakukan dengan cara melakukan penerimaan material dengan benar dan penuh dengan kehati-hatian, menurunkan material secara perlahan, serta menyimpan material di *storage*. Hal ini dilakukan untuk mengurangi jumlah cacat *welding* akibat peletakan material yang kurang tepat. Penanggung jawab dalam upaya-upaya di atas adalah bagian *storage* dan *supervisor QC*.
2. Untuk faktor manusia yang disebabkan oleh tidak teliti dilakukan dengan cara memberi himbauan dan pengarahan sebelum bekerja (*briefing* singkat). Hal ini dilakukan untuk memperlancar proses pengelasan dan mengurangi cacat *welding*. Penanggung jawab dalam upaya-upaya di atas adalah *Supervisor QC*, kepala produksi. Untuk faktor manusia yang disebabkan oleh kurang *training* dilakukan dengan cara memberikan pelatihan kepada operator yang belum menguasai teknik pengelasan dengan baik. Hal ini dilakukan untuk melatih operator baru agar proses pengelasan dapat berjalan sesuai WPS dan meminimasi jumlah cacat. Penanggung jawab dalam upaya-upaya di atas adalah *Supervisor QC*. Untuk faktor manusia yang disebabkan oleh kelalaian pengecekan dilakukan dengan cara melakukan inspeksi visual sebelum dan selama proses pengelasan berlangsung. Hal ini dilakukan untuk memastikan operator agar material dan elektroda yang

digunakan sebelum dilakukan pengelasan dalam kondisi baik. Penanggung jawab dalam upaya-upaya di atas adalah *Supervisor QC* dan kepala produksi.

3. Untuk faktor mesin yang disebabkan oleh kurang perawatan mesin dilakukan dengan cara melakukan perawatan secara berkala baik sebelum maupun sesudah proses pengelasan dan melakukan perbaikan (*service*) untuk mesin yang bermasalah. Hal ini dilakukan untuk menghindari kondisi mesin yang tidak stabil yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan. Penanggung jawab dalam upaya-upaya di atas adalah kepala *technical and operation*, teknisi, dan operator proses.

5.4 Implementasi Hasil Setelah Usulan Perbaikan

5.4.1 Peta Kendali U

Pengamatan dilakukan pada produk *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* di bagian *welding*. Sebagai perbandingan dari perbaikan yang telah dilakukan, data dibawah ini merupakan data panjang pengelasan *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* bulan Mei-Juni 2016 jumlah cacat.

Tabel 5.2 Data Pengamatan Sampel *Shell Pressure Vessel KO Drum V-750*

Joint No	Panjang Sampel (cm)	Jumlah Cacat (Xi)
1A-CW.1	191,41	6
1B-CW.2	191,41	9
1C-CW.3	191,41	4
1D-CW.4	191,41	7
1E-CW.5	191,41	3
2A-WL.1	179,57	6
2B-WL.2	180,08	6
2C-WL.3	98,04	3
2D-WL.4	119,88	4
2E-WL.5	122,43	6
2F-WL.6	119,63	5
2G-WL.7	179,58	5
2H-WL.8	180,08	7
Total	2.136.34	71

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

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

**Menghitung \bar{u}

$$\bar{u} = \frac{U_i}{N_i}$$

$$\bar{u} = \frac{43,972}{21,363}$$

$$\bar{u} = 2,05$$

**Menghitung UCL

$$UCL = \bar{u} + 3 \sqrt{\bar{u}/N_i}$$

$$UCL = 2,05 + 3 \sqrt{2,05/1,914}$$
$$= 5,16$$

**Menghitung LCL

$$LCL = \bar{u} - 3 \sqrt{\bar{u}/N_i}$$

$$LCL = 2,05 - 3 \sqrt{2,05/1,914}$$
$$= -1,05 \text{ (karena bernilai negatif, maka dianggap 0)}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan peta kendali \bar{u} untuk setiap waktu pengamatan ditunjukkan pada Tabel 5.3.

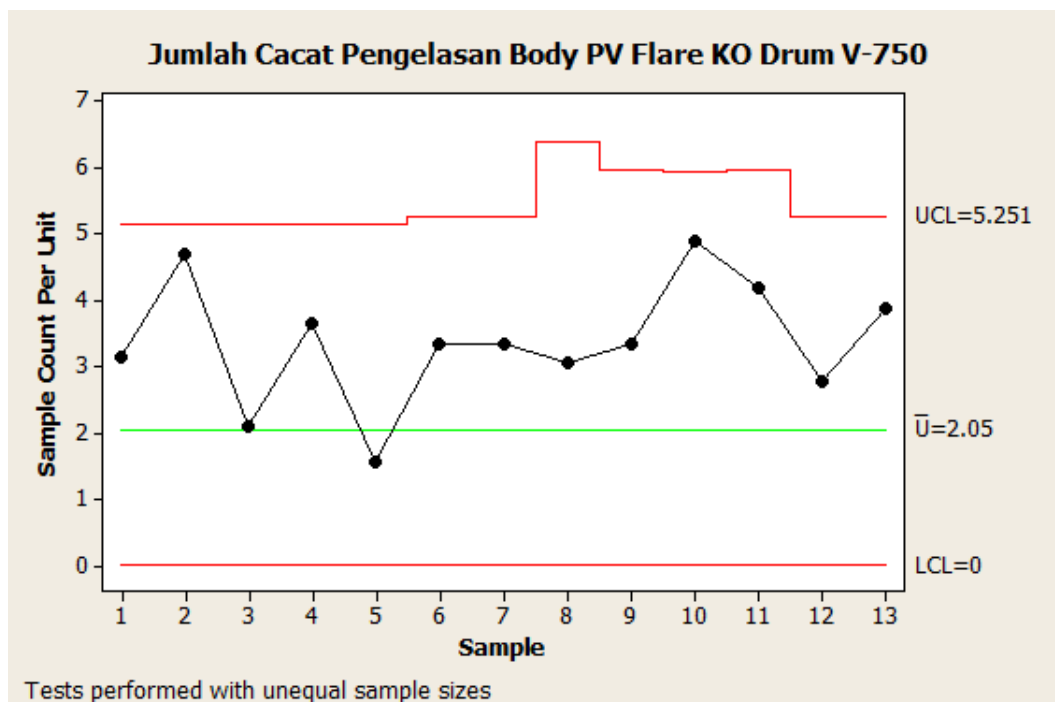
Tabel 5.3 Data Pengamatan Sampel *Shell Pressure Vessel KO Drum V-750*

Joint No	Panjang Sampel (cm)	Jumlah Cacat (Xi)	Panjang Sample Plat Per Pemeriksaan (Ni)	Jumlah Cacat per Plat Pemeriksaan (Ui)	Batas-batas Kendali		
					CL	UCL	LCL
1A-CW.1	191,41	6	1,914	3,135	2,058	5,169	-1,05
1B-CW.2	191,41	9	1,914	4,702	2,058	5,169	-1,05
1C-CW.3	191,41	4	1,914	2,090	2,058	5,169	-1,05
1D-CW.4	191,41	7	1,914	3,657	2,058	5,169	-1,05
1E-CW.5	191,41	3	1,914	1,567	2,058	5,169	-1,05
2A-WL.1	179,57	6	1,796	3,341	2,058	5,270	-1,15
2B-WL.2	180,08	6	1,801	3,332	2,058	5,266	-1,15
2C-WL.3	98,04	3	0,980	3,060	2,058	6,405	-2,29
2D-WL.4	119,88	4	1,199	3,337	2,058	5,989	-1,87
2E-WL.5	122,43	6	1,224	4,901	2,058	5,948	-1,83
2F-WL.6	119,63	5	1,196	4,180	2,058	5,993	-1,88
2G-WL.7	179,58	5	1,796	2,784	2,058	5,270	-1,15
2H-WL.8	180,08	7	1,801	3,887	2,058	3,207	-1,15
Total	2.136.34	71	21,363	43,972			

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Dari tabel 5.3 dilakukan pemetaan menggunakan peta kendali u , untuk mengetahui apakah data berada pada batas kendali yang diterapkan. Dibawah ini dapat dilihat peta u komponen *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* setelah perbaikan pada Gambar 5.1.

*) Jika hasil perhitungan batas kendali atas dan batas kendali bawah (UCL/LCL) nilainya negatif maka dianggap 0 (nol) karena jumlah cacat tidak bernilai negatif.



Gambar 5.1 Peta Kendali u Jumlah Cacat Pada *Body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Dari peta kendali \bar{u} *body Pressure Vessel KO Drum V-750* dapat dilihat bahwa semua data sudah masuk dalam batas kendali. Sehingga tidak diperlukan revisi dan proses dapat dinyatakan terkendali secara statistik.

5.4.2 Menghitung Nilai DPMO

Berikut ini langkah-langkah perhitungan DPMO dan level sigma perusahaan:

- a. Banyaknya Unit yang Diperiksa

Panjang pengelasan komponen *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* pada bulan Februari-Maret 2016 yaitu 2.136,34 cm.

- b. Banyaknya Unit yang Cacat

Jumlah cacat per plat pemeriksaan pada tiap *shell Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* bulan Mei-Juni 2016 yaitu sebanyak 82 cacat.

- c. Banyaknya CTQ Potensial Penyebab cacat

Karakteristik yang kritis bagi kualitas yang berpotensi untuk menjadi cacat terdapat 5 karakteristik kualitas (CTQ), yaitu *porosity*, *cracks*, *spatters*, *overlap*, dan *stop start*.

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

$$DPMO = \frac{\text{Banyaknya unit yang cacat}}{\text{Banyaknya Unit yang diperiksa} \times \text{CTQ}} \times 1.000.000$$

$$DPMO = \frac{71}{2.136,34 \times 5} \times 1.000.000$$

$$DPMO = 6.646,8 \approx 6.647$$

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa jumlah cacat per satu juta kesempatan (DPMO) pada *body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* adalah 6.647.

5.4.3 Level Sigma

Nilai *sigma* dengan mengkonversikan DPMO ke dalam tabel konversi DPMO ke nilai *sigma* berdasarkan konsep Motorola yang ada pada lampiran A. Pada tabel diketahui bahwa DPMO sebesar 16.102 berada pada nilai *sigma* 3,92 – 3,93. Untuk mengetahui nilai *sigma* yang sesungguhnya, maka dilakukan dengan cara interpolasi dimana level *sigma* 3,97 besarnya DPMO yaitu 6.756 dan pada level *sigma* 3,98 besarnya DPMO yaitu 6.569.

$$\frac{6.756-6.647}{6.647-6.569} = \frac{3,97 - x}{x - 3,98}$$

$$\frac{109}{78} = \frac{3,97 - x}{x - 3,98}$$

$$109 (x - 3,93) = 78 (3,97 - x)$$

$$109 x - 428,37 = 309,66 - 78 x$$

$$109 x + 78 x = 309,66 + 428,37$$

$$187 x = 738,03$$

$$x = \frac{738,03}{187}$$

$$x = 3,95$$

Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai *sigma* sebesar 3,95. Nilai *sigma* sebelum perbaikan sebesar 3,65. Terjadi peningkatan nilai *sigma* sebesar 0,30. Hal ini menunjukkan langkah-langkah peningkatkan kualitas produk dinilai cukup baik.

5.4.4 Identifikasi *Potential Failure Mode* (Potensi Kegagalan)

Setelah dilakukan perhitungan Pengendalian Proses Statistik (SPC), diketahui bahwa pada proses di bagian *welding* masih terdapat permasalahan sehingga masih menghasilkan cacat.

Oleh karena itu, langkah selanjutnya untuk penyelesaian masalah tersebut adalah dengan mengidentifikasi *potential failure mode* kembali. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi proses yang berpotensi gagal memenuhi persyaratan proses atau desain. Adapun proses yang berpotensi gagal dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Proses yang Berpotensi Menyebabkan Kegagalan Cacat *Porosity*

No	Proses	Standar Prosedur	Potential Failure Mode
1	Welding	Dilakukan pembersihan pada material sebelum dilakukan pengelasan	Material kotor, karat, dan terdapat gompel di beberapa sisi plat yang menyebabkan <i>porosity</i>

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

5.4.5 Identifikasi *Failure Effect* (Efek Kegagalan)

Setelah diketahui kegagalan potensial yang dapat berpengaruh pada terjadinya cacat *welding porosity* pada produk *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*, maka langkah selanjutnya diidentifikasi *failure effect* agar dapat ditentukan nilai *severity*. *Failure effect* yaitu efek dari kegagalan yang dapat berpengaruh terhadap proses berikutnya atau pelanggan. Dengan mengidentifikasi *failure effect* maka dapat diketahui efek dari kegagalan proses tersebut. *Failure effect* untuk kegagalan yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 *Potential Failure Effect* Untuk Kegagalan

No	Proses	Standar Prosedur	Potential Failure Effect
1	Welding	Material disimpan pada <i>storage</i> dan dilakukan pembersihan pada material sebelum dilakukan pengelasan	Perbedaan suhu lingkungan membuat perubahan kondisi material menjadi kotor dan menyebabkan <i>porosity</i>

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

5.4.6 Menentukan Nilai Severity (Efek Kegagalan)

Sama dengan tahap FMEA sebelumnya, setelah mengetahui *failure effect*, maka langkah selanjutnya adalah menentukan nilai *severity*. Adapun penilaian *severity* untuk *potential failure mode* di atas adalah sebagai berikut:

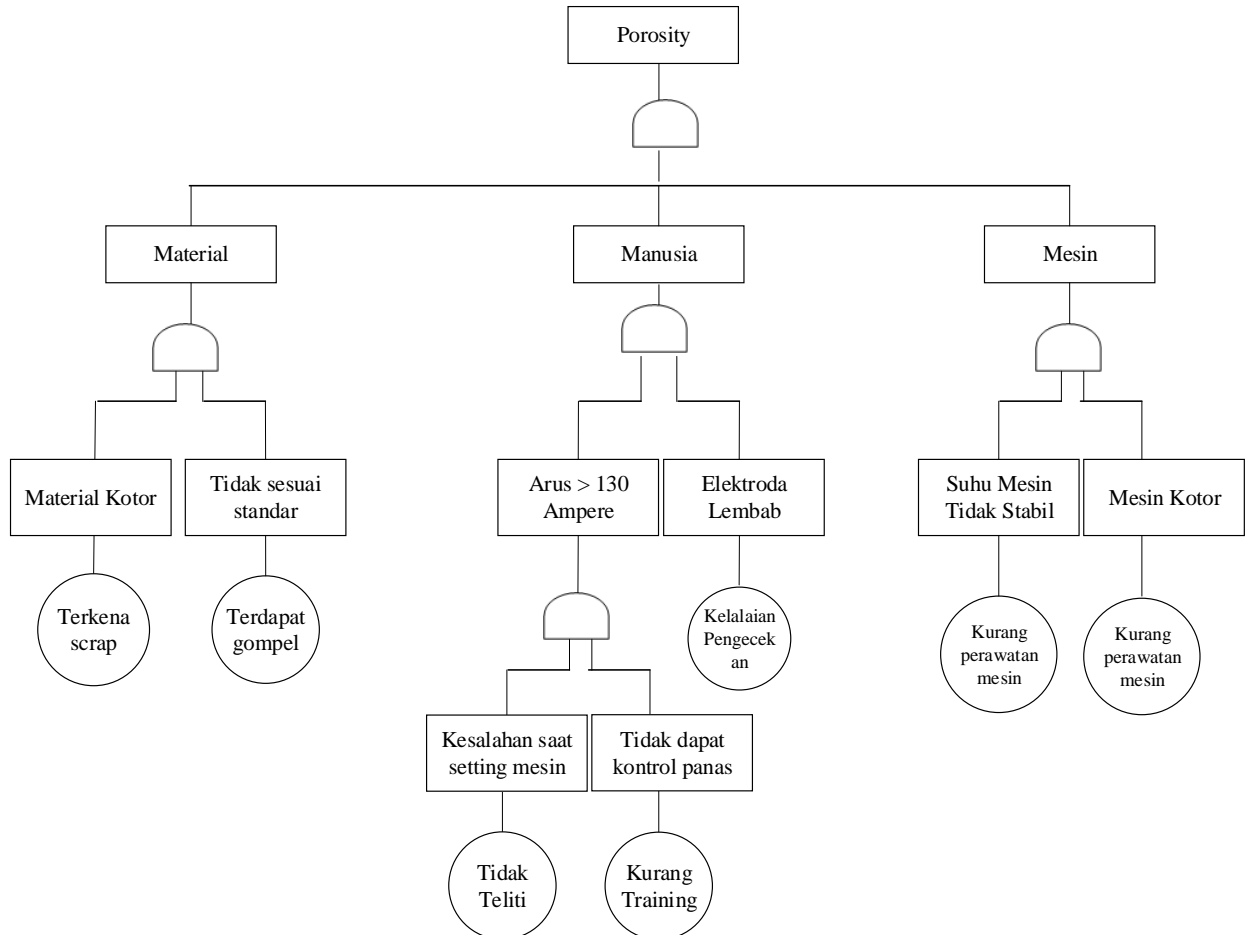
1. Untuk efek kegagalan material kotor akibat perbedaan suhu lingkungan akan menyebabkan *porosity*, nilainya adalah 6 karena untuk menghilangkan cacat ini operator dapat menggerinda bagian yang mengalami *porosity* dan dilakukan pengelasan ulang sesuai dengan *welding procedure specification (WPS) repair*.

5.4.7 Fault Tree Analysis (FTA)

1. Identifikasi Kejadian yang tidak Diinginkan (*Undesired Event/Top Event*).
Kejadian yang tidak diinginkan pada proses *welding body Pressure Vessel* yang paling dominan adalah cacat *porosity*.

1. *Fault Tree*

Fault tree cacat porosity



Gambar 5.2 *Fault Tree Cacat Porosity*
 Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

3. *Minimal Cut Set*

Pada *minimal cut set* digunakan permissalan:

T adalah *Top event/undesired event*

P adalah *Primary event/basic event*

G adalah *Intermediate event*

a. *Minimal cut set fault tree cacat porosity*

Pada *fault tree analysis cacat porosity* diketahui bahwa:

T = *Porosity*

G1 = *Material*

G2 = *Manusia*

- G3 = Mesin
- G4 = Tidak sesuai standar
- G5 = Arus >130 ampere
- G6 = Kesalahan saat *setting* mesin
- G7 = Tidak dapat kontrol panas
- G8 = Elektroda lembab
- G9 = Suhu mesin tidak stabil
- G10 = Mesin kotor
- P1 = Terkena *scrap*
- P2 = Terdapat gompel
- P3 = Tidak teliti
- P4 = Kurang *training*
- P5 = Kelalaian pengecekan
- P6,P7 = Kurang perawatan mesin

Dari *fault tree* cacat *porosity* diperoleh persamaan Boolean:

- T = G1 + G2 + G3
- G1 = G4 + P1
- G2 = G5 + G6
- G3 = G9 + G10
- G4 = P2
- G5 = G6+G7
- G6 = P3
- G7 = P4
- G8 = P5
- G9 = P6
- G10 = P7

Melalui persamaan diatas diperoleh:

$$T = G1 \text{ (karena } G1= G4+G5) + G2 \text{ (karena } G2= G6+G7) + G3 \text{ (karena } G3= G8+G9) + G4 \text{ (karena } G4= P1 + P2) + G5 \text{ (karena } G5= P3) + G6 \text{ (karena } G6= G7 + G8) + G7 \text{ (karena } G7= P4) + G8 \text{ (karena } G8= P5) + G9 \text{ (karena } G9= P6) + G10 \text{ (karena } G10= P7)$$

$$= P1+P2+P3+P4+P5+P6+P7$$

Maka, *minimal cut set* dari cacat *porosity* adalah P1, P2, P3, P4, P5, P6, dan P7.

5.4.8 Menentukan Nilai *Occurance*

Nilai *occurrence* untuk setiap penyebab potensi kegagalan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Nilai *Occurance* untuk Penyebab Kegagalan

No	Jenis Kegagalan	Penyebab Kegagalan	<i>Occurance</i>
1	<i>Porosity</i>	Terkena <i>scrap</i>	8
		Terdapat gompel	8
		Tidak teliti	8
		Kurang <i>training</i>	8
		Kelalaian pengecekan	8
		Kurang perawatan mesin	8

Sumber: (Hasil Pengolahan Data dan *Brainstorming*, 2016)

5.4.9 Identifikasi Pengendalian Proses

Setelah mengetahui nilai *occurrence*, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi pengendalian proses. Pengendalian proses ini merupakan metode kontrol yang terdapat pada Tabel 5.1 yaitu usulan rencana perbaikan menggunakan metode 5W+1H pada kolom "*How*". Berikut untuk pengendalian proses dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Pengendalian Proses pada Cacat *Porosity* Bagian *Welding Body Pressure Vessel*

No	Jenis Kegagalan	Penyebab Kegagalan	<i>Current Control</i>
1	<i>Porosity</i>	Terkena <i>scrap</i>	Membersihkan <i>scrap</i> yang tersisa dari setiap proses pengelasan yang berlangsung secara rutin sehingga <i>scrap</i> dari hasil pengelasan tidak mengotori material lain
		Terdapat gompel	Melakukan penerimaan material dengan benar dan penuh dengan kehati-hatian, menurunkan material secara perlahan , serta menyimpan material di <i>storage</i>
		Tidak teliti	Memberi himbauan dan pengarahan sebelum bekerja (<i>briefingsingkat</i>)
		Kurang <i>training</i>	Memberikan pelatihan kepada operator yang belum menguasai teknik pengelasan dengan baik
		Kelalaian pengecekan	Melakukan inspeksi visual sebelum dan selama proses pengelasan berlangsung
		Kurang perawatan mesin	Melakukan perawatan secara berkala baik sebelum maupun sesudah proses pengelasan dan melakukan perbaikan (<i>service</i>) untuk mesin yang bermasalah

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

5.4.10 Menentukan Nilai *Detection*

Setelah melakukan *brainstorming* dengan pihak seksi QC diperoleh hasil pada Tabel 5.10.

Tabel 5.8 *Detection* untuk Kegagalan Proses

No	Jenis Kegagalan	Penyebab Kegagalan	<i>Current Control</i>	<i>Detection</i>
1	<i>Porosity</i>	Terkena <i>scrap</i>	Membersihkan <i>scrap</i> setelah proses pengelasan	2
		Terdapat gompel	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming material</i>	2
		Tidak teliti	Pengawasan visual oleh pihak QC	2
		Kurang <i>training</i>	Memberikan latihan ulang kepada operator	1
		Kelalaian pengecekan	Pengawasan visual oleh pihak QC	1
		Kurang perawatan mesin	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	2

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

5.4.11 Menghitung Nilai *Risk Priority Number (RPN)*

Sama dengan cara perhitungan nilai RPN sebelumnya yaitu: $RPN = S \times O \times D$. Berikut hasil perhitungan nilai RPN dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Perhitungan Nilai RPN

No	Proses	Potensial Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Pengendalian Proses	D	RPN
1	Welding	Porosity	Perbedaan suhu lingkungan membuat perubahan kondisi material menjadi kotor dan meyebabkan <i>porosity</i>	6	Terkena <i>scrap</i>	8	Membersihkan <i>scrap</i> yang tersisa dari setiap proses pengelasan yang berlangsung secara rutin sehingga <i>scrap</i> dari hasil pengelasan tidak mengotori material lain	2	96
					Terdapat gompel	8	Melakukan penerimaan material dengan benar dan penuh dengan kehati-hatian, menurunkan material secara perlahan, serta menyimpan material di <i>storage</i>	2	96
					Tidak teliti	8	Memberi himbauan dan pengarahan sebelum bekerja (<i>briefingsingkat</i>)	2	96
					Kurang <i>training</i>	8	Memberikan pelatihan kepada operator yang belum menguasai teknik pengelasan dengan baik	1	48
					Kelalaian pengecekan	8	Melakukan inspeksi visual sebelum dan selama proses pengelasan berlangsung	1	48
					Kurang perawatan mesin	8	Melakukan perawatan secara berkala baik sebelum maupun sesudah proses pengelasan dan melakukan perbaikan (<i>service</i>) untuk mesin yang bermasalah	2	96

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Setelah mendapatkan nilai RPN dari penyebab kegagalan, langkah selanjutnya adalah menjumlahkan nilai RPN tersebut.

$$\begin{aligned} \text{RPN} &= S \times O \times D \\ &= 480 \end{aligned}$$

5.5 Tabel Proses *Failure Mode and Effect Analysis* (PFMEA)

Pembuatan tabel PFMEA didasarkan pada hasil pengolahan data dengan menggunakan metode FMEA dan usulan rencana perbaikan untuk RPN tertinggi yaitu cacat *porosity*. Fungsi table ini adalah sebagai pendokumentasian dari hasil pengolahan data untuk kegagalan yang berpengaruh dan upaya yang dilakukan untuk memperbaikinya agar dapat meminimasi kegagalan yang terjadi. Pendokumentasian PFMEA tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.12.

Tabel 5.10 *Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA)*

No	Proses	Potensial Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Pengendalian Proses	D	RPN	Tindakan yang Diambil	Penanggung Jawab	Waktu	S	O	D	RPN
1	<i>Welding</i>	<i>Porosity</i>	Perbedaan suhu lingkungan membuat perubahan kondisi material menjadi kotor dan meyebabkan <i>porosity</i>	6	Suhu lembab	8	Pembalutan menggunakan plastik	6	288	Pembalutan material dengan plastic untuk mencegah kontak dengan udara berlebih dan air	Kepala produksi dan operator	Bulan April-Mei 2016	6	-	-	-
					Terkena <i>scrap</i>	8	Membersihkan <i>scrap</i> setelah proses pengelasan	4	192	Membersihkan <i>scrap</i> yang tersisa dari setiap proses pengelasan yang berlangsung secara rutin sehingga <i>scrap</i> dari hasil pengelasan tidak mengotori material lain	Operator proses	Bulan April-Mei 2016		8	2	96

Tabel 5.10 *Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA)* (Lanjutan..)



					Terdapat gompel	8	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material	5	240	Melakukan penerimaan material dengan benar dan penuh dengan kehati-hatian, menurunkan material secara perlahan , serta menyimpan material di <i>storage</i>	Bagian <i>storage</i> dan <i>supervisor</i> QC	Bulan April-Mei 2016		8	2	96
					Tidak teliti	8	Pengawasan visual oleh pihak QC	4	192	Memberi himbauan dan pengarahan sebelum bekerja (<i>briefingsingkat</i>)	<i>Supervisor</i> QC, kepala produksi	Bulan April-Mei 2016		8	2	96
					Kurang <i>training</i>	8	Memberikan latihan ulang kepada operator	3	144	Memberikan pelatihan kepada operator yang belum menguasai teknik pengelasan dengan baik	Supervisor QC	Bulan April-Mei 2016		8	1	48

Tabel 5.10 *Process Failure Mode and Effect Analysis* (PFMEA) (Lanjutan..)

					Kelalaian pengecekan	8	Pengawasan visual oleh pihak QC	2	24	Melakukan inspeksi visual sebelum dan selama proses pengelasan berlangsung	<i>Supervisor QC, kepala produksi</i>	Bulan April-Mei 2016	8	1	48
					Kurang perawatan mesin	8	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	3	108	Melakukan perawatan secara berkala baik sebelum maupun sesudah proses pengelasan dan melakukan perbaikan (<i>service</i>) untuk mesin yang bermasalah	<i>Kepala technical and operation, teknisi, dan operator proses</i>	Bulan April-Mei 2016	8	2	96

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Tabel 5.11 Lembar Pendokumentasian *Failure Mode and Effect Analysis*

	Produksi	FMEA <i>Worksheet</i>						Team Leader : Hotden	
								Date : 25 Februari 2016	
Product	Pressure Vessel								
Type	Flare KO Drum V-750								
Tujuan	Mengurangi jenis cacat <i>welding</i> <i>porosity</i>								
Metode	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>								
Hasil yang diharapkan	Peningkatan jumlah produk yang baik								
Batasan-batasan	Metode yang efektif dengan tujuan mengidentifikasi dan mendahulukan masalah-masalah potensial (kegagalan) dengan peringkat tertinggi.								
Team	Hotden, Kliwon, Antariksa, dan Desy								
	<p><i>Porosity</i> adalah jenis cacat <i>las</i> terdapat lubang-lubang kecil pada jalur pengelasan</p>								
<i>Process</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	S	<i>Cause of Failure</i>	O	<i>Current Control</i>	D	RPN	
<i>Welding Body</i>	<i>Porosity</i>	Perbedaan suhu lingkungan membuat perubahan kondisi material menjadi kotor dan meyebabkan <i>porosity</i>	6	terkena <i>scrap</i>	8	Membersihkan <i>scrap</i> dari proses pengelasan	2	96	
				terdapat gompel	8	Hati-hati saat penerimaan material	2	96	
				tidak teliti	8	Melakukan <i>briefing</i> singkat sebelum bekerja	2	96	
				kurang <i>training</i>	8	Memberikan pelatihan kepada operator	1	48	
				kelalaian pengecekan	8	Melakukan inspeksi visual	1	48	
				kurang perawatan mesin	8	Melakukan perawatan mesin secara berkala	1	96	
							Disetujui : Hotden M		
							Divisi : Quality Control		
							Jabatan: Supervisor QC		

5.6 Perbandingan Nilai *Risk Priority Number* (RPN) Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Pada perhitungan sebelumnya mengenai nilai RPN terhadap satu penyebab yang diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan yaitu cacat *porosity* sebesar 1344 dan nilai RPN sesudah perbaikan sebesar 480 dapat dirinci sebagai berikut.

1. Nilai *severity*

Nilai *severity* setelah perbaikan tidak mengalami perubahan, yaitu 6 dikarenakan untuk cacat *porosity* yang terjadi pada bagian pengelasan tetap harus dilakukan pembuangan bagian yang mengalami cacat dengan digerinda dan harus dilakukan *repair* ulang.

2. Nilai *occurance*

Nilai *occurance* setelah dilakukan perbaikan terhadap tujuh penyebab kegagalan menjadi berkurang, sehingga nilai RPN dari setiap penyebab kegagalan juga mengalami penurunan. Misal untuk penyebab kegagalan suhu lembab dengan tindakan perbaikan pembalutan material menggunakan plastik adalah tepat karena dapat menurunkan nilai *occurance* sebelumnya. Dari masing-masing tindakan perbaikan yang diambil, dapat menurunkan nilai *ocurance* pada setiap penyebab kegagalan, hal ini dianggap rekomendasi yang diberikan dapat berpengaruh untuk keberhasilan proses.

3. Nilai *detection*

Nilai *detection* setelah perbaikan mengalami penurunan. Untuk penyebab kegagalan mengalami penurunan dikarenakan rekomendasi perbaikan yang diberikan dapat mendeteksi penyebab kegagalan lebih awal dibandingkan dengan sebelum perbaikan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah mengetahui data yang telah diperoleh dari hasil pengumpulan dan pengolahan data serta hasil dari analisis yang dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Persentase tingkat terjadinya kegagalan untuk masing-masing jenis cacat *welding* komponen *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* pada komponen *head* sebesar 20,88 %, *body* sebesar 63,00 %, *nozzle* sebesar 6,6 %, dan *saddle* sebesar 9,52 %.
2. Potensial kegagalan untuk masing-masing cacat *welding* adalah *porosity*, *carcks*, dan *spatters*.
3. Akar penyebab kegagalan secara umum mode kegagalan *porosity* dipengaruhi 3 (tiga) faktor yaitu material, manusia, dan mesin. Untuk mode kegagalan *cracks* dipengaruhi 3 (tiga) faktor yaitu material, manusia, dan metode. Sedangkan untuk mode kegagalan *spatters* dipengaruhi 3 (tiga) faktor yaitu material, manusia, dan metode.
4. Nilai RPN tertinggi (peringkat ke-1) untuk perhitungan menggunakan metode FMEA adalah untuk cacat *welding porosity* karena nilai RPN-nya memiliki peringkat 1 dengan nilai 1344. Berdasarkan hasil pengamatan FTA cacat *porosity*, maka rencana perbaikan yang perlu diupayakan perusahaan untuk meminimasi cacat *welding* pada faktor material untuk mengurangi jumlah cacat *welding* akibat suhu lembab dapat dilakukan pembalutan material menggunakan plastik agar mengurangi kontak dengan udara berlebih dan air, agar *scrap* dari hasil pengelasan sebelumnya tidak mengotori keadaan material lain dapat dilakukan dengan membersihkan *scrap* yang tersisa dari setiap proses pengelasan yang berlangsung secara rutin, untuk mengurangi jumlah cacat *welding* akibat peletakan material yang kurang tepat dapat dilakukan dengan melakukan penerimaan material

dengan benar dan penuh dengan kehati-hatian, menurunkan material secara perlahan, serta menyimpan material di *storage*. Rencana perbaikan yang perlu diupayakan perusahaan untuk meminimasi cacat *welding* pada faktor manusia yaitu untuk memperlancar proses pengelasan dan mengurangi cacat *welding* karena kurang teliti dapat dilakukan dengan memberi himbauan dan pengarahan sebelum bekerja (*briefing* singkat), untuk melatih operator baru agar proses pengelasan dapat berjalan sesuai WPS dan meminimasi jumlah cacat dapat dilakukan dengan memberikan pelatihan kepada operator yang belum menguasai teknik pengelasan dengan baik, untuk memastikan operator bahwa material yang digunakan sebelum dilakukan pengelasan dalam kondisi baik agar tidak terjadi cacat dapat dilakukan dengan melakukan inspeksi visual sebelum dan selama proses pengelasan berlangsung. Rencana perbaikan yang perlu diupayakan perusahaan untuk meminimasi cacat *welding* pada faktor mesin yaitu untuk menghindari kondisi mesin yang tidak stabil yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan dapat dilakukan dengan melakukan perawatan secara berkala baik sebelum maupun sesudah proses pengelasan dan melakukan perbaikan (*service*) untuk mesin yang bermasalah.

Setelah diterapkan usulan perbaikan pada bulan Mei-Juni 2016 diketahui bahwa jumlah cacat pada proses *welding body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* menghasilkan nilai RPN sebesar 480, sedangkan nilai RPN pada sebelum usulan perbaikan sebesar 1344. Sehingga dapat dikatakan bahwa proses *welding body Pressure Vessel Flare KO Drum V-750* cukup baik karena cacat yang dihasilkan tidak terlalu banyak dan mengalami penurunan.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan di PT Gerbang Saranabaja, maka ada beberapa saran yang dapat dijadikan sebagai bahan masukan yang dapat dipertimbangkan oleh pihak manajemen PV (*Pressure Vessel*) yang menangani produk *Pressure Vessel* di dalam mengambil tindakan yang tepat guna. Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan sebaiknya lebih memperhatikan masalah kualitas produk khususnya untuk bagian *body Pressure Vessel* karena panjang pengelasan pada bagian *body* lebih panjang dibandingkan dengan komponen *Pressure Vessel* yang lain. Juga lebih memperhatikan untuk jenis cacat *porosity* karena merupakan cacat *welding* yang memiliki peringkat RPN paling tinggi.
2. Perusahaan sebaiknya melakukan perbaikan terus-menerus terhadap kualitas produk *Pressure Vessel* agar dapat mengurangi cacat *welding*.
3. Perusahaan sebaiknya rutin menjelaskan kepada seluruh karyawan untuk keharusan menjalankan SOP yang berlaku guna agar operator lebih bertanggung jawab dalam bekerja.
4. Perusahaan disarankan dapat mengupayakan pelatihan dan pengarahan lebih sering kepada operator agar dapat meningkatkan kemampuan dan ketelitian dalam bekerja, sehingga dapat mengurangi kemungkinan kesalahan atau kegagalan yang mungkin dapat terjadi kembali.
5. Untuk bagian penanganan kualitas, sebaiknya lebih sering untuk mengadakan pertemuan untuk bertukar pikiran guna menganalisis dan mencari solusi mengenai kualitas yang dapat membantu dalam mengidentifikasi kegagalan dalam proses serta menyelesaikan permasalahan.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A

Gambar Mesin

Mesin yang digunakan di PT Gerbang Saranabaja



Radial Drill Machine



Cutting Machine



Radial Bor Machine



Ben Saw Machine



Machine Press 1000 ton



Head Beveling



Flagging Machine Thickness



Rolling Machine



Milling Machine



CNC Cutting Machine



CNC Cutting Machine



Cutting Machine

LAMPIRAN B

Gambar Cacat Pada *Pressure Vessel Flare KO Drum V-750*

Jenis Cacat Pada Proses *Welding Pressure Vessel Flare KO Drum V-730*



Porosity



Stop start



Spatters





Overlap



Cracks

LAMPIRAN C
Lembar Dokumentasi FMEA

		Produksi	FMEA Worksheet				Team Leader : Hotden	
								Date : 30 Maret 2016
Product		<i>Pressure Vessel</i>						
Type		PV Flare KO Drum V-750						
Tujuan		Mengurangi jenis cacat <i>welding</i> <i>porosity</i>						
Metode		<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>						
Hasil yang diharapkan		Peningkatan jumlah produk yang baik						
Batasan-batasan		Metode yang efektif dengan tujuan mengidentifikasi dan mendahulukan masalah-masalah potensial (kegagalan) dengan peringkat tertinggi.						
Team		Hotden, Kliwon, Antariksa, dan Desy						
		<p><i>Porosity</i> adalah jenis cacat <i>las</i> terdapat lubang-lubang kecil pada jalur pengelasan</p>						
Process	Failure Mode	Failure Effect	S	Cause of Failure	O	Current Control	D	RPN
Welding Body	Porosity	Perbedaan suhu lingkungan membuat perubahan kondisi material menjadi kotor dan meyebabkan <i>porosity</i>	6	terkena <i>scrap</i>	8	Membersihkan <i>scrap</i> dari proses pengelasan	2	96
				terdapat gompel	8	Hati-hati saat penerimaan material	2	96
				tidak teliti	8	Melakukan <i>briefing</i> singkat sebelum bekerja	2	96
				kurang <i>training</i>	8	Memberikan pelatihan kepada operator	1	48
				kelalaian pengecekan	8	Melakukan inspeksi visual	1	48
				kurang perawatan mesin	8	Melakukan perawatan mesin secara berkala	2	96
							Disetujui : Hotden M Divisi : Quality Control Jabatan: Supervisor QC	

Tabel 5.1 Usulan Rencana Perbaikan Menggunakan Metode 5W+1H

Proses	No	Faktor	What (Penyebab)	How (Rencana perbaikan)	Why (Tujuan)	Where (Lokasi)	When (Waktu)	Who (Penanggung Jawab)
Welding	1	Material	Suhu lembab	Pembalutan material dengan plastik	Untuk mencegah material kontak dengan udara berlebih dan air	Di bagian produksi dan <i>storage</i>	Bulan April-Mei 2016	Kepala produksi dan operator
			Terkena <i>scrap</i>	Membersihkan <i>scrap</i> yang tersisa dari setiap proses pengelasan yang berlangsung secara rutin sehingga <i>scrap</i> dari hasil pengelasan tidak mengotori material lain	Agar <i>scrap</i> dari hasil pengelasan sebelumnya tidak mengotori keadaan material lain	Di bagian produksi dan <i>storage</i>	Bulan April-Mei 2016	Operator proses
			Terdapat gompel	Melakukan penerimaan material dengan benar dan penuh dengan kehati-hatian, menurunkan material secara perlahan, serta menyimpan material di <i>storage</i>	Untuk mengurangi jumlah cacat <i>welding</i> akibat peletakan material yang kurang tepat	Saat <i>incoming</i> material dan <i>storage</i>	Bulan April-Mei 2016	Bagian <i>storage</i> dan <i>supervisor</i> QC
	2	Manusia	Tidak teliti	Memberi himbauan dan pengarahan sebelum bekerja (<i>briefing</i> singkat)	Untuk memperlancar proses pengelasan dan mengurangi cacat <i>welding</i>	Di bagian produksi dan <i>storage</i>	Bulan April-Mei 2016	<i>Supervisor</i> QC, kepala produksi
			Kurang <i>training</i>	Memberikan pelatihan kepada operator yang belum menguasai teknik pengelasan dengan baik	Untuk melatih operator baru agar proses pengelasan dapat berjalan sesuai WPS dan meminimasi jumlah cacat	Di bagian produksi	Bulan April-Mei 2016	Supervisor QC

Tabel 5.1 Usulan Rencana Perbaikan Menggunakan Metode 5W+1H (Lanjutan...)

	No	Faktor	<i>What</i> (Penyebab)	<i>How</i> (Rencana perbaikan)	<i>Why</i> (Tujuan)	<i>Where</i> (Lokasi)	<i>When</i> (Waktu)	<i>Who</i> (Penanggung Jawab)
			Kelalaian pengecekan	Melakukan inspeksi visual sebelum dan selama proses pengelasan berlangsung	Untuk memastikan operator agar material dan elektroda yang digunakan sebelum dilakukan pengelasan dalam kondisi baik	Di bagian produksi	Bulan April-Mei 2016	<i>Supervisor</i> QC, kepala produksi
	3	Mesin	Kurang perawatan mesin	Melakukan perawatan secara berkala baik sebelum maupun sesudah proses pengelasan dan melakukan perbaikan (<i>service</i>) untuk mesin yang bermasalah	Untuk menghindari kondisi mesin yang tidak stabil yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan	Di bagian produksi	Bulan April-Mei 2016	Kepala <i>technical and operation</i> , teknisi, dan operator proses

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Tabel 5.9 Perhitungan Nilai RPN

No	Proses	Potensial Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Pengendalian Proses	D	RPN
1	Welding	Porosity	Perbedaan suhu lingkungan membuat perubahan kondisi material menjadi kotor dan meyebabkan <i>porosity</i>	6	Terkena <i>scrap</i>	8	Membersihkan <i>scrap</i> yang tersisa dari setiap proses pengelasan yang berlangsung secara rutin sehingga <i>scrap</i> dari hasil pengelasan tidak mengotori material lain	2	96
					Terdapat gompel	8	Melakukan penerimaan material dengan benar dan penuh dengan kehati-hatian, menurunkan material secara perlahan, serta menyimpan material di <i>storage</i>	2	96
					Tidak teliti	8	Memberi himbauan dan pengarahan sebelum bekerja (<i>briefingsingkat</i>)	2	96
					Kurang <i>training</i>	8	Memberikan pelatihan kepada operator yang belum menguasai teknik pengelasan dengan baik	1	48
					Kelalaian pengecekan	8	Melakukan inspeksi visual sebelum dan selama proses pengelasan berlangsung	1	48
					Kurang perawatan mesin	8	Melakukan perawatan secara berkala baik sebelum maupun sesudah proses pengelasan dan melakukan perbaikan (<i>service</i>) untuk mesin yang bermasalah	2	96

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Tabel 5.10 *Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA)*

No	Proses	Potensial Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Pengendalian Proses	D	RPN	Tindakan yang Diambil	Penanggung Jawab	Waktu	S	O	D	RPN
1	Welding	Porosity	Perbedaan suhu lingkungan membuat perubahan kondisi material menjadi kotor dan meyebabkan <i>porosity</i>	6	Suhu lembab	8	Pembalutan menggunakan plastik	6	288	Pembalutan material dengan plastic untuk mencegah kontak dengan udara berlebih dan air	Kepala produksi dan operator	Bulan April-Mei 2016	6	-	-	-
					Terkena <i>scrap</i>	8	Membersihkan <i>scrap</i> setelah proses pengelasan	4	192	Membersihkan <i>scrap</i> yang tersisa dari setiap proses pengelasan yang berlangsung secara rutin sehingga <i>scrap</i> dari hasil pengelasan tidak mengotori material lain	Operator proses	Bulan April-Mei 2016		8	2	96

Tabel 5.10 *Process Failure Mode and Effect Analysis* (PFMEA) (Lanjutan..)



					Terdapat gompel	8	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material	5	240	Melakukan penerimaan material dengan benar dan penuh dengan kehati-hatian, menurunkan material secara perlahan , serta menyimpan material di <i>storage</i>	Bagian <i>storage</i> dan <i>supervisor</i> QC	Bulan April-Mei 2016		8	2	96
					Tidak teliti	8	Pengawasan visual oleh pihak QC	4	192	Memberi himbauan dan pengarahan sebelum bekerja (<i>briefingsingkat</i>)	<i>Supervisor</i> QC, kepala produksi	Bulan April-Mei 2016		8	2	96
					Kurang <i>training</i>	8	Memberikan latihan ulang kepada operator	3	144	Memberikan pelatihan kepada operator yang belum menguasai teknik pengelasan dengan baik	Supervisor QC	Bulan April-Mei 2016		8	1	48

Tabel 5.10 *Process Failure Mode and Effect Analysis (PFMEA)* (Lanjutan..)

					Kelalaian pengecekan	8	Pengawasan visual oleh pihak QC	2	24	Melakukan inspeksi visual sebelum dan selama proses pengelasan berlangsung	<i>Supervisor QC, kepala produksi</i>	Bulan April-Mei 2016		8	1	48
					Kurang perawatan mesin	8	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	3	108	Melakukan perawatan secara berkala baik sebelum maupun sesudah proses pengelasan dan melakukan perbaikan (<i>service</i>) untuk mesin yang bermasalah	Kepala <i>technical and operation</i> , teknisi, dan operator proses	Bulan April-Mei 2016		8	2	96

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)

Tabel 5.11 Lembar Pendokumentasian *Failure Mode and Effect Analysis*

	Produksi	FMEA <i>Worksheet</i>						<i>Team Leader</i> : Hotden
								<i>Date</i> : 30 Maret 2016
<i>Product</i>	<i>Pressure Vessel</i>							
<i>Type</i>	PV Flare KO Drum V-750							
<i>Tujuan</i>	Mengurangi jenis cacat <i>welding</i> <i>porosity</i>							
<i>Metode</i>	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>							
<i>Hasil yang diharapkan</i>	Peningkatan jumlah produk yang baik							
<i>Batasan-batasan</i>	Metode yang efektif dengan tujuan mengidentifikasi dan mendahulukan masalah-masalah potensial (kegagalan) dengan peringkat tertinggi.							
<i>Team</i>	Hotden, Kliwon, Antariksa, dan Desy							
	<p><i>Porosity</i> adalah jenis cacat <i>las</i> terdapat lubang-lubang kecil pada jalur pengelasan</p>							
<i>Process</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>S</i>	<i>Cause of Failure</i>	<i>O</i>	<i>Current Control</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>
<i>Welding Body</i>	<i>Porosity</i>	Perbedaan suhu lingkungan membuat perubahan kondisi material menjadi kotor dan meyebabkan <i>porosity</i>	6	terkena <i>scrap</i>	8	Membersihkan <i>scrap</i> dari proses pengelasan	2	96
				terdapat gompel	8	Hati-hati saat penerimaan material	2	96
				tidak teliti	8	Melakukan <i>briefing</i> singkat sebelum bekerja	2	96
				kurang <i>training</i>	8	Memberikan pelatihan kepada operator	1	48
				kelalaian pengecekan	8	Melakukan inspeksi visual	1	48
				kurang perawatan mesin	8	Melakukan perawatan mesin secara berkala	2	96
							Disetujui : Hotden M	
							Divisi : Quality Control	
							Jabatan: Supervisor QC	

Sumber: (Hasil *Brainstorming*, 2016)

Tabel 4.17 Perhitungan Nilai RPN

No	Proses	Potensial Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Pengendalian Proses	D	RPN
1	Welding	Porosity	Perbedaan suhu lingkungan membuat perubahan kondisi material menjadi kotor dan menyebabkan porosity	6	Suhu lembab	8	Pembalutan material menggunakan plastik	6	288
					Terkena scrap	8	Membersihkan scrap setelah proses pengelasan	4	192
					Terdapat gompel	8	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material	5	240
					Tidak teliti	8	Pengawasan visual oleh pihak QC	4	192
					Kurang training	8	Memberikan latihan ulang kepada operator	3	144
					Kelalaian pengecekan	8	Pengawasan visual oleh pihak QC	3	144
					Kurang perawatan mesin	8	Melakukan <i>preventive maintenance</i>	3	144
2		Cracks	Overheating pada tahap <i>pre-heat</i> akan menyebabkan keretakan pada bagian yang dilas	6	Suhu lembab	7	Pembalutan material menggunakan plastik	4	168
					Terkena scrap	7	Membersihkan scrap setelah proses pengelasan	3	126
					Terdapat gompel	7	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material	3	168
					Kurang pengecekan	7	Pemeriksaan rutin saat proses pengelasan berlangsung	4	168
					Kurang training	7	Memberikan latihan ulang kepada operator	3	126
					Operator tidak teliti	7	Pengawasan visual oleh pihak QC	3	84
					<i>Pre-heat</i> >100°C	7	Pengecekan suhu mesin sebelum <i>pre-heat</i>	2	84
					Arus >130 ampere	7	Kontrol panas dengan benar	2	84

Tabel 4.17 Perhitungan Nilai RPN (Lanjutan..)

No	Proses	Potensial Kegagalan	Efek Kegagalan	S	Penyebab Kegagalan	O	Pengendalian Proses	D	RPN
					Pengelasan tidak satu lajur	7	Pengawasan visual oleh pihak QC	2	84
3		<i>Spatters</i>	<i>Overheating</i> saat dilakukan pengelasan akan meyebabkan percikan las yang berlebih dan mengawali karat permukaan	6	Suhu lembab	8	Pembalutan material menggunakan plastik	4	192
					Terkena <i>scrap</i>	8	Membersihkan <i>scrap</i> setelah proses pengelasan	3	144
					Terdapat gompel	8	Pemeriksaan ulang saat <i>incoming</i> material	3	144
					Kurang pengecekan	8	Pemeriksaan rutin saat proses pengelasan berlangsung	4	192
					Kurang <i>training</i>	8	Memberikan latihan ulang kepada operator	2	96
					Operator tidak teliti	8	Pengawasan visual oleh pihak QC	2	96
					<i>Pre-heat</i> >100°C	8	Pengecekan suhu mesin sebelum <i>pre-heat</i>	2	96
					Arus >130 ampere	8	Kontrol panas dengan benar	3	144
					Tidak berlawanan arah angin	8	Pengawasan visual oleh pihak QC	3	144

Sumber: (Hasil Pengolahan Data)