



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN POTENSIAL PADA PROSES
PRODUKSI DENGAN METODE MAFMA
(STUDI KASUS PADA PERUSAHAAN PEMBUAT *PUMPING UNIT*)**

SKRIPSI

**SENDHI RACHMAWAN
0806338014**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN POTENSIAL PADA PROSES
PRODUKSI DENGAN METODE MAFMA
(STUDI KASUS PADA PERUSAHAAN PEMBUAT *PUMPING UNIT*)**

SKRIPSI

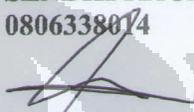
Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana

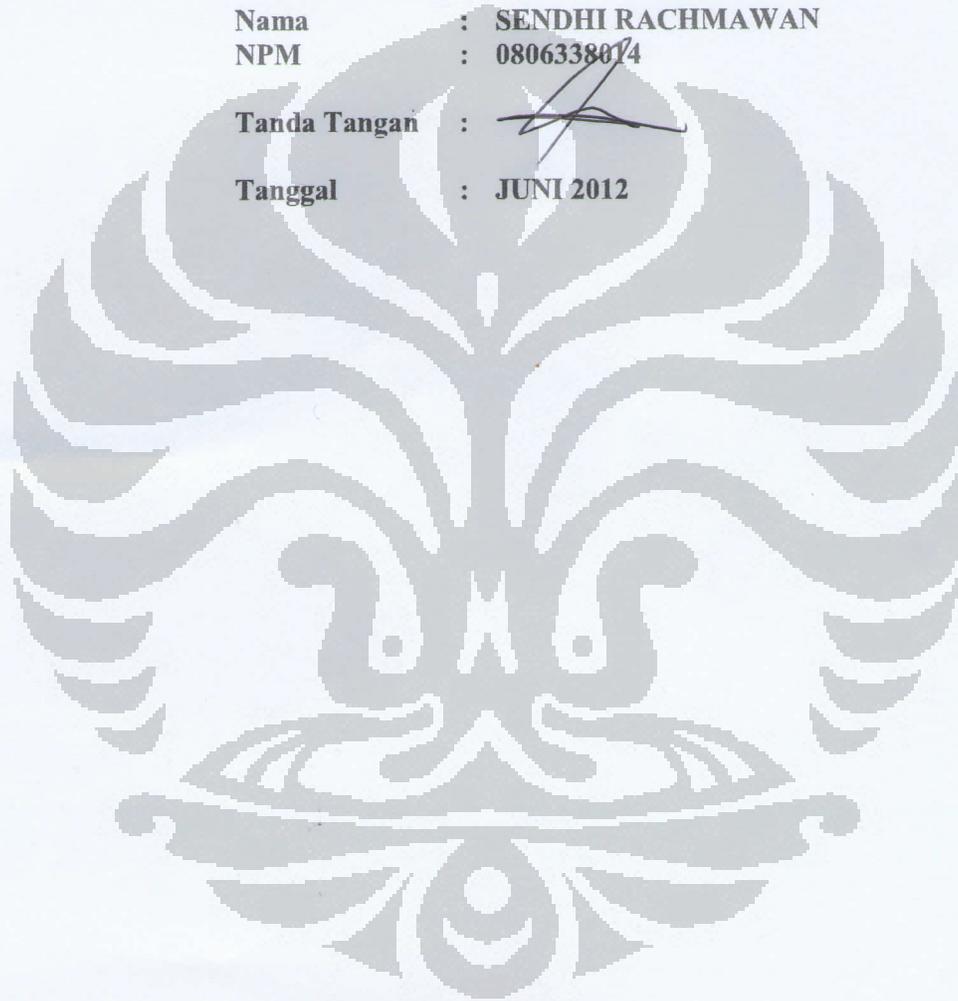
**SENDHI RACHMAWAN
0806338014**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
DEPOK
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : SENDHI RACHMAWAN
NPM : 0806338074
Tanda Tangan : 
Tanggal : JUNI 2012



Universitas Indonesia

LEMBAR PENGESAHAN

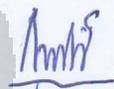
Skripsi ini diajukan oleh,

Nama : Sendhi Rachmawan
NPM : 0806338014
Program Studi : Teknik Industri

Judul Skripsi : ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN
POTENSIAL PADA PROSES PRODUKSI
DENGAN METODE MAFMA
(STUDI KASUS PADA PERUSAHAAN
PEMBUAT PUMPING UNIT)

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada program studi Teknik Industri

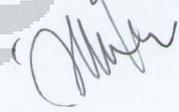
DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ing Amalia Suzianti, ST ()

Penguji : Arian Dhini, ST, MT ()

Penguji : Ir. Boy Nurcahyo Moch, MSIE ()

Penguji : Ir. Isti Surjandari Prajitno, MT, MA & Ph.D ()

Penguji : Maya Arlini Puspasari, ST, MBA ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : Juni 2012

Universitas Indonesia

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT berkat rahmat dan karuninya, sehingga penyusun mampu menyelesaikan skripsi saya yang berjudul “Analisis penyebab kegagalan potensial pada proses produksi dengan metode MAFMA” sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat wajib bagi mahasiswa dalam rangka menyelesaikan pendidikan sarjana pada jurusan Teknik Industri Universitas Indonesia.

Laporan ini dapat diselesaikan atas bantuan, bimbingan, dukungan serta semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada

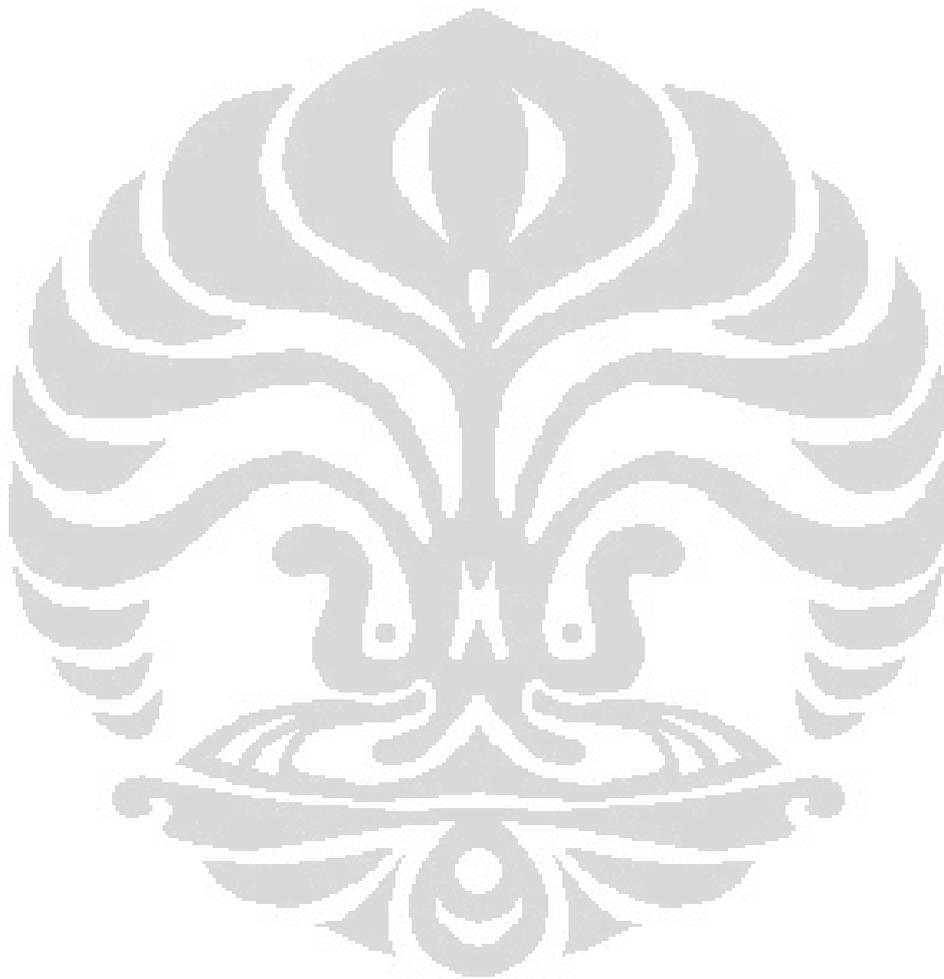
1. Bapak Supartimin selaku wakil kepala PPIC dan juga pembimbing lapangan yang dengan sabar mengarahkan serta mengoreksi penelitian saya
2. Bapak Amir hamzah selaku kepala PPIC
3. Bapak Slamet selaku Kepala Divisi *Pumping Unit*
4. Bapak Yuyun selaku staff PPIC bagian *spare parts*
5. Bapak Junjung selaku kepala departemen *Quality Control*
6. Bapak Pujo selaku wakil kepala departemen *Quality Control*
7. Ibu Ir. Ing Amalia Suzianty. selaku Dosen pembimbing skripsi saya.
8. Seluruh staff pengajar di Departemen Teknik Industri FTUI yang dengan tulus mencurahkan ilmunya kepada kami.
9. Ayah dan Ibu yang tak henti-hentinya memberikan dukungan moril dan doanya yang tidak akan pernah bisa terbalas dengan apapun
10. Untuk teman-teman yang mengajarkan penulis arti *positive thinking* dalam menghadapi kehidupan
11. Rekan-rekan seperjuangan dari UNJ dan UNY
12. Dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu

Penyusun menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Dalam kesempatan ini penyusun hendak memohon maaf yang sedalam-dalamnya

apabila ada suatu tindakan penulis yang kurang berkenan dalam tugas akhir ini. Akhir kata, semoga laporan ini bermanfaat bagi civitas akademika dan pihak perusahaan tempat penelitian berlangsung.

Depok, 14 juni 2012

Penulis



LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sendhi Rachmawan
NPM : 0806338014
Departemen : Teknik Industri
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN POTENSIAL PADA PROSES
PRODUKSI PUMPING UNIT DI PT. XYZ DENGAN METODE MAFMA**

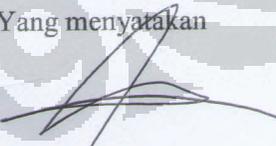
beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : Juni 2012

Yang menyatakan


(Sendhi Rachmawan)

Universitas Indonesia

ABSTRAK

Nama : Sendhi Rachmawan
Program Studi : Teknik Industri
Judul : ANALISIS PENYEBAB KEGAGALAN POTENSIAL
PADA PROSES PRODUKSI DENGAN METODE
MAFMA
(STUDI KASUS PADA PERUSAHAAN PEMBUAT
PUMPING UNIT)

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan saat ini mendorong industri untuk meningkatkan daya saingnya terhadap kompetitor. Pada penelitian ini studi kasus dilakukan di perusahaan yang memproduksi alat Pumping Unit untuk mengeksplorasi minyak bumi. Permasalahan yang dihadapi perusahaan ini adalah terjadinya inefisiensi atau pemborosan sebagai akibat ketidaksesuaian pada proses produksi. Penelitian ini menggunakan Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA) untuk menemukan akar permasalahan dan solusinya. Berdasarkan hasil dari MAFMA didapatkan penyebab terkritis disebabkan oleh cause C, yakni cacat atau defect dari pihak supplier pada bagian gear reducer. Berdasarkan metode tersebut penulis menyarankan untuk melakukan evaluasi supplier sebagai pemecahannya.

Kata Kunci:
AHP, FMEA, MAFMA

ABSTRACT

Name : Sendhi Rachmawan
Study Program : Teknik Industri
Title : POTENTIAL CAUSES OF FAILURE ANALYSIS
PUMPING UNIT PRODUCTION PROCESS WITH
MAFMA METHOD
(STUDY CASE IN THE COMPANY THAT MAKES
PUMPING UNIT)

Along with the development of current science to encourage the industry to improve its competitiveness against competitors. In this research, case studies conducted in company that produce a Pumping Unit to explore petroleum. Problems faced by these companies is the inefficiency or waste as a result of a failure in the production process. The author tries to find solutions to these problems by using Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA). Based on the results of MAFMA, then found the cause of the most critical due to cause C, the defects are sourced from the supplier on the part gear reducer. Based on these results the authors suggest to perform the evaluation of the supplier as a solution.

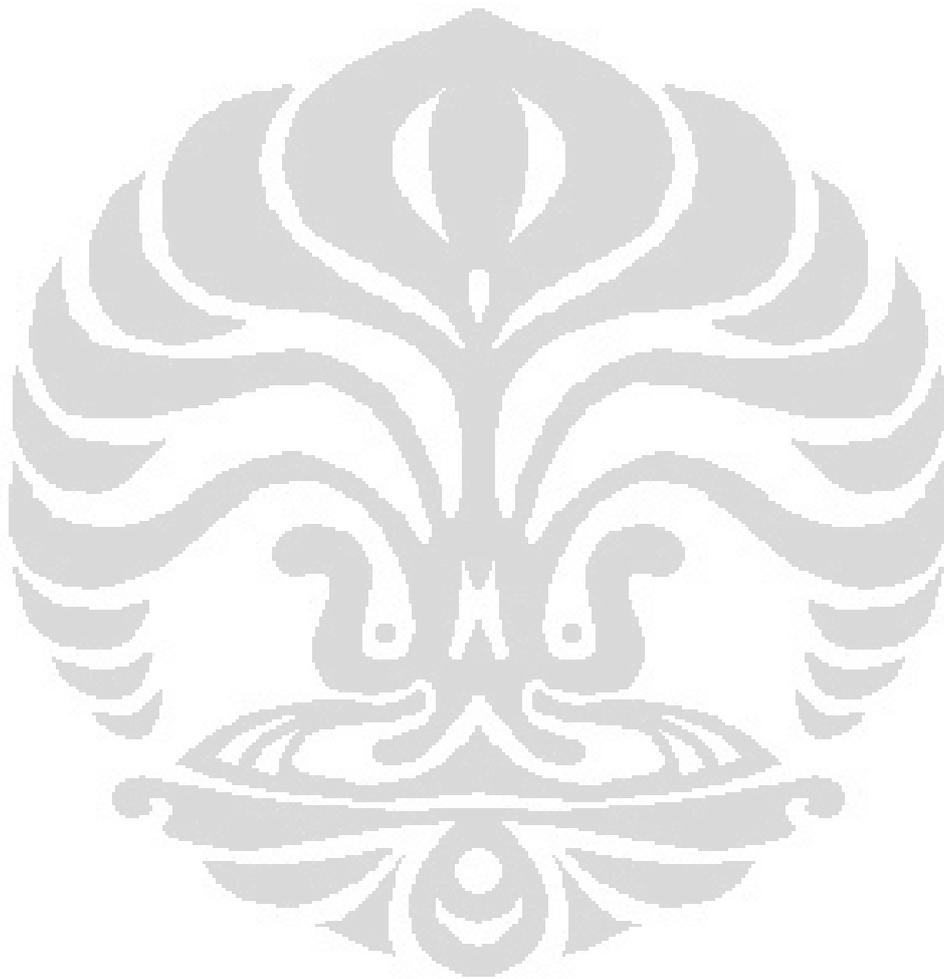
Keywords:
AHP, FMEA, MAFMA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Diagram Keterkaitan Masalah.....	2
1.3. Rumusan Permasalahan.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
1.6. Batasan Penelitian.....	5
1.7. Metodologi Penelitian.....	6
1.8. Sistematika Penulisan	9
2 LANDASAN TEORI.....	10
2.1. Pengenalan alat Pumping Uni.....	10
2.2. Produksi.....	10
2.2.1. Manajemen Produksi.....	10
2.2.2. Kegiatan Proses Produksi.....	11
2.2.3. Jenis-Jenis Proses Produksi.....	11
2.2.4. Sifat Proses Produksi.....	11
2.2.2. Kegiatan Proses Produksi.....	12
2.3. FMEA.....	13
2.3.1. Sejarah FMEA.....	13
2.3.2. Dasar FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).....	14
2.3.3. Pengertian FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).....	15
2.3.4. Tujuan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).....	16
2.3.5. Langkah dasar FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)	16
2.3.6. Identifikasi Element-Element FMEA.....	18
2.3.7. Menentukan Severity, Occurrence, Detection dan RPN.....	20
2.3.7.1 Severity	20
2.3.7.2 Occurrence.....	24
2.3.7.3 Detection	25
2.3.8. Risk Priority Number (Angka Prioritas Resiko).....	27
2.3.9. Jenis-jenis FMEA.....	27
2.4. Analytic Hierarchy Process (AHP).....	27
2.4.1. Tujuh pilar AHP.....	10
2.4.2. Langkah-langkah AHP.....	28
2.4.3. Identifikasi masalah dan pembuatan	29

2.4.4.	Penentuan prioritas/bobot.....	31
2.4.5.	Keunggulan AHP.....	33
2.4.6.	Kelemahan AHP.....	34
2.5.	Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA).....	37
3.	PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	39
3.1.	Profil Perusahaan.....	39
3.1.1.	Sejarah Perusahaan.....	39
3.1.2.	Visi, Misi dan Tujuan PT. XYZ.....	40
3.1.3.	Struktur Organisasi.....	41
3.1.4.	Aliran proses jadwal pembuatan pesanan.....	43
3.1.5.	Observasi alat (Pumping Unit).....	44
3.1.6.	Business process.....	52
3.1.7.	Proses produksi	54
3.2.	Pengumpulan Data.....	55
3.2.1.	Data yang dibutuhkan	55
3.2.2.	Tahap pengumpulan data.....	56
3.2.3.	Objek Penelitian.....	57
3.2.4.	Data laporan ketidaksesuaian	58
3.3.	Pengolahan Data.....	64
3.3.1.	Penentuan prioritas penanganan kegagalan	64
3.3.2.	Pembuatan form FMEA.....	70
3.3.3.	Penentuan aspek biaya.....	75
3.3.4.	Perhitungan akhir dengan struktur hirarki MAFMA.....	77
3.3.4.1	Penentuan bobot kriteria pada struktur hirarki MAFMA.....	79
3.3.4.2	Penentuan local priority.....	80
3.3.4.3	Penentuan total priority kegagalan pada setiap kriteria.....	82
3.3.4.4	Penentuan nilai akhir pada struktur hirarki MAFMA.....	84
3.3.5.	Pengolahan data dengan struktur hirarki MAFMA (modified).....	86
3.3.5.1	Penentuan bobot subkriteria pada kriteria severity.....	88
3.3.5.2	Penentuan bobot penyebab kegagalan di setiap subkriteria.....	89
3.3.5.3	Penentuan sub total priority	94
3.3.5.4	Penentuan bobot akhir pada kriteria severity.....	95
3.3.5.5	Penentuan Total priority pada struktur MAFMA (modified).....	96
3.3.5.6	Nilai akhir pada struktur hirarki MAFMA (midified).....	98
4.	ANALISIS.....	99
4.1.	Analisa kuantitas kegagalan.....	99
4.1.1.	Analisa kuantitas kegagalan berdasarkan Proses.....	99
4.1.2.	Analisa kuantitas kegagalan berdasarkan jenis proses.....	101
4.1.2.1	Analisa kuantitas kegagalan berdasarkan proses Machining.....	101
4.1.2.2	Analisa kuantitas kegagalan berdasarkan proses Design	103
4.1.2.3	Analisa kuantitas kegagalan berdasarkan proses Taping	104
4.2.	Analisa penyebab kegagalan dengan Model (FMEA).....	105
4.3.	Analisa dengan metode MAFMA.....	107
4.4.	Analisa dengan metode MAFMA (modified).....	109
4.5.	Perbandingan hasil antara FMEA, MAFMA dan MAFMA (modified).....	113
4.5.1.	Perbandingan hasil pada Cause A.....	113
4.5.2.	Perbandingan hasil pada Cause B.....	114

4.5.3. Perbandingan hasil pada Cause C.....	115
4.5.4. Perbandingan hasil pada Cause D.....	117
4.5.5. Perbandingan hasil pada Cause E.....	118
4.5.6. Perbandingan hasil pada Cause F.....	119
4.6. Usulan Perbaikan.....	120
4.6.1. Usulan perbaikan untuk Cause C.....	120
4.6.2. Usulan perbaikan untuk Cause D.....	121
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	122
DAFTAR REFERENSI.....	124



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria Evaluasi untuk Severity of Effects dalam FMEA.....	21
Tabel 2.2	Modifikasi Automotive Industry Action Group severity rating.....	23
Tabel 2.3	Automotive Industry Action Group (AIAG) Occurrence rating.....	31
Tabel 2.4	Automotive Industry Action Group (AIAG) detection rating.....	32
Tabel 2.5	Matriks Elemen Operasi.....	34
Tabel 2.6	Nilai Indeks Acak (RI).....	38
Tabel 3.1	Data status non conformance produksi pumping unit.....	58
Tabel 3.2	Data status kegagalan produksi pumping unit.....	59
Tabel 3.3	Data biaya akibat ketidaksesuaian produksi pumping unit.....	59
Tabel 3.4	Data waktu delay akibat ketidaksesuaian produksi pumping unit.....	61
Tabel 3.5	Jumlah kegagalan potensial berdasarkan proses	63
Tabel 3.6	Daftar kegagalan pada proses design.....	67
Tabel 3.7	Daftar kegagalan potensial berdasarkan proses design.....	68
Tabel 3.8	Daftar kegagalan berdasarkan proses machining.....	68
Tabel 3.9	Daftar kegagalan potensial berdasarkan proses machining.....	69
Tabel 3.10	Daftar kegagalan potensial pada proses produksi.....	70
Tabel 3.11	Parameter Variable Severity.....	71
Tabel 3.12	Parameter Variable Occurrence.....	71
Tabel 3.13	Parameter Variable Detection.....	72
Tabel 3.14	Form FMEA.....	74
Tabel 3.15	pengolahan kuisisioner untuk kriteria expected cost.....	75
Tabel 3.16	Failure expected cost evaluation	76
Tabel 3.17	Pengolahan kuisisioner untuk menentukan kriteria pada MAFMA	79
Tabel 3.18	Criteria priorities evaluation.....	80
Tabel 3.19	Quantitative factor evaluations for Chance of failure.....	81
Tabel 3.20	Quantitative factor evaluations for Chance of not detecting.....	81
Tabel 3.21	Quantitative factor evaluations for severity.....	82
Tabel 3.22	Quantitative factor evaluations for expected cost.....	82
Tabel 3.23	Priorities of evaluation criteria and subcriteria for Chance of failure. 83	
Tabel 3.24	Priorities of evaluation criteria and subcriteria for Chance of not detecting	84
Tabel 3.25	Priorities of evaluation criteria and subcriteria for severity.....	84
Tabel 3.26	Priorities of evaluation criteria and subcriteria for expected cost.....	84
Tabel 3.27	The final ranking of MAFMA method.....	85
Tabel 3.28	pengolahan kuisisioner untuk bobot subkriteria pada kriteria severity	88
Tabel 3.29	Severity priorities evaluation.....	89
Tabel 3.30	Pengolahan kuisisioner untuk subkriteria time to repair.....	90
Tabel 3.31	Pengolahan kuisisioner untuk subkriteria operation delay.....	90
Tabel 3.32	Pengolahan kuisisioner untuk subkriteria potential part damage.....	91
Tabel 3.33	Time to repair evaluation	91
Tabel 3.34	Operation delay evaluation.....	91
Tabel 3.35	Potential part damage evaluation	91
Tabel 3.36	Priorities of evaluation for subcriteria time to repair.....	92
Tabel 3.37	Priorities of evaluation for subcriteria operation delay.....	93

Tabel 3.38 Priorities of evaluation for subcriteria potential part damage.....	93
Tabel 3.39 Sum of total severity evaluation.....	94
Tabel 3.40 Priorities of evaluation criteria and subcriteria for occurrence.....	95
Tabel 3.41 Priorities of evaluation criteria and subcriteria for chance of non Detection.....	95
Tabel 3.42 Priorities of evaluation criteria and subcriteria for severity.....	95
Tabel 3.43 Priorities of evaluation criteria and subcriteria for expected cost.....	91
Tabel 3.44 Final ranking of modified MAFMA.....	92
Tabel 4.1 Presentase kegagalan tiap proses.....	99
Tabel 4.2 Daftar jenis kegagalan pada proses machining.....	100
Tabel 4.3 Daftar jenis kegagalan pada proses design	102
Tabel 4.4 Daftar kegagalan potensial.....	104
Tabel 4.5 Ranking penyebab kegagalan berdasarkan RPN	105
Tabel 4.6 Ranking penyebab kegagalan struktur hirarki MAFMA	106
Tabel 4.7 Ranking penyebab kegagalan struktur hirarki MAFMA (modified) ...	108
Tabel 4.8 Bobot local priority pada kriteria severity struktur hirarki MAFMA ..	109
Tabel 4.9 Bobot local priority pada kriteria severity di struktur hirarki MAFMA setelah dilakukan penyesuaian.....	110
Tabel 4.10 Perbandingan persentase setiap penyebab antar metode	112
Tabel 4.11 Perbandingan persentase Cause A pada setiap metode.....	113
Tabel 4.13 Perbandingan persentase Cause B pada setiap metode.....	115
Tabel 4.14 Perbandingan persentase Cause C pada setiap metode.....	116
Tabel 4.15 Perbandingan persentase Cause D pada setiap metode.....	117
Tabel 4.16 Perbandingan persentase Cause E pada setiap metode	118
Tabel 4.17 Perbandingan persentase Cause F pada setiap metode	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah.....	4
Gambar 1.2 Flowchart Metodologi penelitian	8
Gambar 2.1 Struktur Hierarki AHP	31
Gambar 2.2 Struktur hirarki cause of failure selection.....	36
Gambar 2.3 Contoh form FMEA	37
Gambar 3.1 Struktur Organisasi High Level PT. XYZ.....	38
Gambar 3.2 Struktur Organisasi Divisi pumping unit PT.XYZ	41
Gambar 3.3 Aliran pengerjaan pumping unit PT.XYZ.....	43
Gambar 3.4 Struktur alat pumping unit PT.XYZ.....	44
Gambar 3.5 Struktur plunger pumping unit PT.XYZ	55
Gambar 3.6 Business process Divisi pumping unit PT.XYZ	57
Gambar 3.7 CFME <i>Figure 8</i>	59
Gambar 3.8 Pareto jumlah kegagalan berdasarkan proses.....	62
Gambar 3.9 Pareto jumlah kegagalan berdasarkan proses design	68
Gambar 3.10 Pareto jumlah kegagalan berdasarkan proses Machining	71
Gambar 3.11 Struktur hirarki MAFMA.....	78
Gambar 3.12 Struktur hirarki MAFMA yang dimodifikasi.....	85
Gambar 4.1 Grafik persentase kegagalan tiap proses	99
Gambar 4.2 Grafik persentase kegagalan pada proses machining.....	101
Gambar 4.3 Grafik persentase kegagalan pada proses design	102
Gambar 4.4 Bar chart column persentase penyebab kegagalan pada FMEA	106
Gambar 4.5 Bar chart column persentase penyebab kegagalan pada struktur hirarki MAFMA	107
Gambar 4.6 Bar chart column persentase penyebab kegagalan pada struktur hirarki MAFMA (Modified).....	108
Gambar 4.7 Bar chart persentase penyebab kegagalan pada kriteria severity di struktur hirarki MAFMA	110
Gambar 4.8 Bar chart persentase penyebab kegagalan pada kriteria severity struktur hirarki MAFMA (modified).....	111
Gambar 4.9 Bar chart perbandingan persentase penyebab kegagalan pada kriteria severity struktur hirarki MAFMA sebelum dan setelah dilakukan penyesuaian.....	111
Gambar 4.10 Gambar chart perbandingan persentase setiap metode	113
Gambar 4.11 Grafik perbandingan persentase Cause A pada setiap metode.....	114
Gambar 4.12 Grafik perbandingan persentase Cause B pada setiap metode.....	115
Gambar 4.13 Grafik perbandingan persentase Cause C pada setiap metode.....	116
Gambar 4.14 Grafik perbandingan persentase Cause D pada setiap metode.....	117
Gambar 4.15 Grafik perbandingan persentase Cause E pada setiap metode.....	118

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Performa perusahaan menjadi suatu tolak ukur pencapaian dalam setiap manajemen perusahaan. Performa perusahaan dapat diukur melalui laporan keuangan, efisiensi produksi, kompetisi dalam persaingan pasar hingga analisa efisiensi produksi. Terdapat banyak aspek yang akan mempengaruhi performa dari perusahaan, mulai dari produksi, manajemen, kualitas, market share dan persediaan. Salah satu yang sangat berpengaruh dalam kegiatan proses produksi sebuah perusahaan adalah manajemen kualitas.

Spesifikasi suatu produk pada perusahaan manufaktur dapat berupa dimensi suatu part, selang waktu antar perbaikan, dan tingkat performansi lainnya merupakan harapan pelanggannya. Spesifikasi jasa yang dihasilkan perusahaan jasa berupa tangible output, seperti on-time-delivery, response-time dan lainnya yang diharapkan oleh pelanggan juga perlu dipenuhi. Pemenuhan harapan pelanggan akan kualitas yang memenuhi spesifikasi produk atau jasa akan berdampak kepada tujuan perusahaan, yakni profit bagi perusahaan tersebut. Hal ini juga perlu diperhatikan, karena bila pemenuhan ekspektasi pelanggan tidak dilakukan, maka pelanggan dapat beralih ke produk atau jasa lain, atau akan beralih ke pesaing perusahaan tersebut. Persaingan ini berdampak kepada produsen untuk terus melakukan inovasi dan perbaikan kualitas secara terus menerus (*continuous improvement*). Dalam Total Quality Management (TQM), perbaikan kualitas dilakukan dengan fokus kepada kepuasan pelanggan (customer satisfaction), karena pelanggan merupakan faktor yang berpengaruh bagi kelangsungan hidup perusahaan. Banyak metode dalam TQM yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas produk dan jasa, yang dapat mengeliminasi atau mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan dan mencegah terulangnya kegagalan tersebut di waktu mendatang.

Divisi *Pumping Unit* merupakan salah satu departemen produksi PT. XYZA yang memproduksi pompa anguk untuk keperluan penyedotan minyak

bumi. Untuk Menghasilkan sebuah produk yang berkualitas dengan tinggi dengan tingkat *part defect* seminimal mungkin sehingga bisa memaksimalkan profit perusahaan.

Untuk menghasilkan sebuah produk *pumping unit* yang berkualitas diperlukan sebuah metode sistematis untuk menjamin bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Selain itu dari desain sendiri tidak berpotensi untuk menimbulkan kegagalan produk yang berdampak terhadap kualitas produk sehingga kualitas dari produk tetap terjaga.

Metode *Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA)* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengeliminasi kegagalan. Metode ini merupakan pengembangan dari metode Failure mode and Effect Analysis (FMEA). Dalam metode ini dapat diidentifikasi penyebab-penyebab terjadinya kegagalan, dan akan ditentukan penyebab kegagalan yang potensial. Berbeda dengan FMEA, metode MAFMA mengintegrasikan aspek - aspek konvensional pada FMEA dengan aspek ekonomi, sehingga penyebab kegagalan dapat dilihat pengaruhnya terhadap biaya (Braglia,2000). Penentuan penyebab kegagalan potensial pada metode FMEA didasarkan pada nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi, sedangkan pada MAFMA penyebab kegagalan potensial tersebut didasarkan pada nilai bobot tertinggi. Penentuan penyebab kegagalan potensial tersebut ditentukan dengan menggunakan metode Analytic Hierarchy Process (AHP). Dalam laporan tugas akhir ini akan dibahas tentang penggunaan Analytic Hierarchy Process untuk menentukan penyebab kegagalan potensial pada metode MAFMA, dengan mengambil suatu studi kasus pada perusahaan manufaktur.

1.2 Diagram keterkaitan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, dapat dibuat suatu diagram keterkaitan permasalahan seperti terlihat pada Gambar 1.1

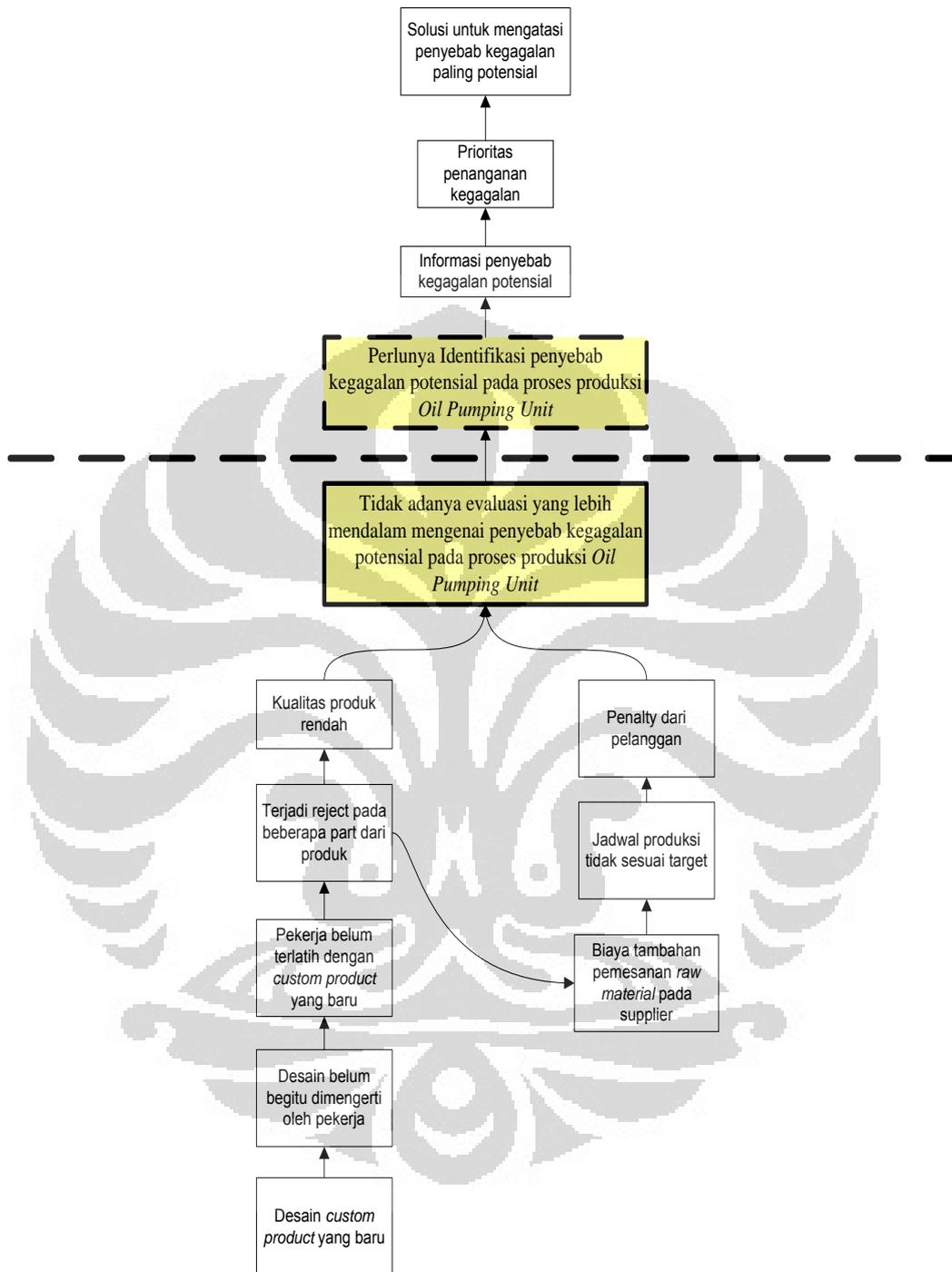
1.3 Rumusan permasalahan

Di era globalisasi saat ini, untuk mampu bersaing dengan perusahaan lain yang sejenis maka Divisi *Pumping Unit* harus mampu membuat produk yang sesuai dengan harapan pelanggan. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, pokok permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini adalah mengenai identifikasi resiko kegagalan potensial yang mungkin muncul pada proses produksi *Oil Pumping Unit* yang dilanjutkan dengan analisis terhadap resiko tersebut hingga memberikan usulan penanganan prioritas terhadap penyebab kegagalan pada proses produksi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan yang akan dicapai dalam laporan Tuga Akhir ini yang dilaksanakan selama 2 bulan di PT BUKAKA TEKNIK UTAMA *pumping division (Oil & Gas Equipment)* :

- ◆ Mengidentifikasi dan mengetahui faktor kegagalan pada proses produksi yang menyebabkan terganggunya proses produksi dan menurunnya kualitas produk yang dihasilkan
- ◆ Memberikan hasil berupa informasi skala prioritas penanganan kegagalan dan memberikan solusi untuk mengurangi biaya terbuang akibat adanya part atau produk yang gagal.
- ◆ Memberikan rekomendasi perbaikan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas serta menentukan langkah penanganan resiko yang kritikal



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- ◆ Perusahaan dapat mengetahui faktor kegagalan yang yang paling berpengaruh terhadap kualitas produk, sehingga dapat mengidentifikasi penyebab dan menentukan langkah untuk mengeliminasi kegagalan tersebut
- ◆ Perusahaan dapat memperoleh rekomendasi skala prioritas penanganan dan juga solusi untuk mereduksi kegagalan pada proses produksi *Pumping Unit*.

1.6 Batasan Penelitian

Laporan Tugas Akhir ini akan membahas mengenai identifikasi resiko kegagalan potensial yang mungkin muncul pada proses produksi *Oil Pumping Unit*. Untuk memfokuskan dan mendapatkan hasil penelitian yang sesuai dengan tujuan, maka penulis melakukan beberapa pembatasan masalah yang menjadi acuan dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

- ◆ Penelitian dilakukan di PT. BUKAKA TEKNIK UTAMA, khususnya pada bagian rantai produksi.
- ◆ Fokus penelitian pada proses produksi *Pumping Unit* C912-365-144.
- ◆ Identifikasi resiko yang ditinjau adalah resiko kegagalan pada proses produksi yang memiliki tingkat kegagalan paling tinggi.
- ◆ Analisis dan evaluasi identifikasi kegagalan dilakukan menggunakan *Multi Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA) yang merupakan pengembangan dari *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dengan mempertimbangkan aspek ekonomi dan biaya.

- ◆ Waktu penelitian berlangsung antara bulan 19 April hingga 19 Mei.
- ◆ Penerapan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) hanya untuk menentukan penyebab kegagalan yang paling potensial

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- ◆ Proses produksi tidak mengalami perubahan secara signifikan.
- ◆ Kebijakan perusahaan selama dilakukan penelitian tidak mengalami perubahan secara signifikan.

1.7 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari beberapa tahap yaitu :

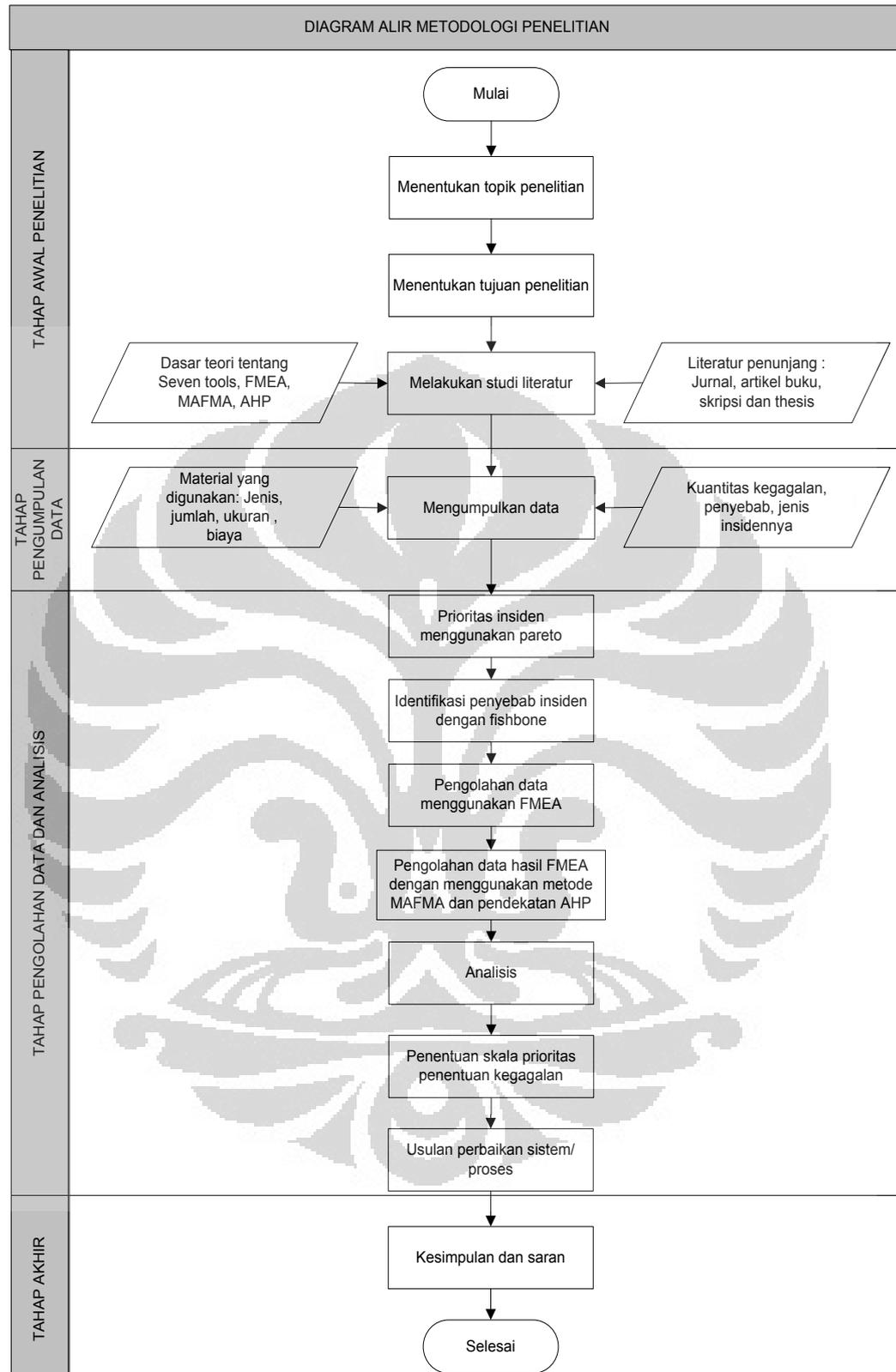
1. Tahap awal penelitian, meliputi :
 - a. Menentukan topik penelitian yang akan dilakukan
 - b. Menemukan tujuan penelitian
 - c. Menentukan batasan masalah
 - d. Melakukan studi literatur terhadap landasan teori yang akan digunakan sebagai acuan, yaitu *Multi Attribute Failure Mode Analysis* (MAFMA)
2. Tahap pengumpulan data

Pada tahap ini akan dijelaskan tentang tahapan pengumpulan dan pengolahan data dari permasalahan yang ada di dalam perusahaan. Langkah yang diambil dalam tahap pengumpulan dan pengolahan data adalah sebagai berikut:

 - a. Mengumpulkan *historical data* perusahaan yang terkait dengan kegagalan pada proses produksi.
 - b. Membuat daftar kegagalan potensial dalam kegiatan proses produksi *pumping unit*.
 - c. Menyusun kuisisioner untuk mengumpulkan pendapat dari tim yang terkait dengan pengendalian kualitas proses produksi.

- d. Menentukan rating *occurrence*, *severity*, dan *detection* melalui *brainstorming* bersama tim *expert* yang ditunjang dengan literatur.
 - e. Menentukan nilai *occurrence*, *severity*, dan *detection* untuk setiap kegagalan dengan *brainstorming* bersama tim *expert*
 - f. Menentukan bobot kriteria pada hirarki MAFMA dengan penyebaran kuisisioner kepada pihak *expert*.
 - g. Mengumpulkan data kerugian maupun kehilangan keuntungan yang terkait dengan permasalahan sistem.
3. Tahap Pengolahan data dan analisis
- Pada tahap ini akan dijelaskan tentang tahapan pengolahan data analisa dari pendefinisian dan pengukuran permasalahan yang ada di dalam perusahaan. Langkah yang diambil dalam tahap analisa dan perbaikan adalah sebagai berikut:
- a. Melakukan rekapitulasi terhadap hasil *brainstorming* tim *expert* sehingga dapat ditentukan *risk priority number (RPN)*.
 - b. Menganalisa kegagalan potensial dengan menggunakan metode MAFMA
 - c. Memberika rekomendasi berupa skala prioritas penanganan kegagalan potensial dan memberikan usulan perbaikan pada proses produksi perusahaan.

Tahap Akhir, yaitu penarika kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan kemudian member beberapa masukan yang membangun bagi perusahaan manufaktur *pumping unit* untuk meningkatkan kualitas produk dengan mengurangi kegagalan potensial pada proses produksi perusahaan tersebut.



Gambar 1.2 Flowchart Metodologi penelitian

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada standard buku panduan penulisan skripsi yang terdiri dari lima bab.

Bab 1 adalah pendahuluan yang menjelaskan mengenai latar belakang permasalahan dari dilakukannya penelitian, diagram keterkaitan masalah, ruang lingkup permasalahan, manfaat dari penelitian, batasan masalah, metodologi yang akan digunakan dalam penelitian dan juga sistematika penulisan.

Bab 2 menjelaskan mengenai landasan teori yang menjadi acuan selama penelitian ini dilakukan. Landasan teori yang dijelaskan adalah tentang proses produksi, FMEA, MAFMA, dan AHP. Dasar teori ini diperoleh dari literatur, artikel, jurnal, skripsi, thesis, dan hal-hal lain yang terkait dengan objek dan metode penelitian.

Bab 3 menjelaskan mengenai profil perusahaan dan perihal pengumpulan data dan juga pengolahannya. Proses pengumpulan data akan dilakukan dengan meninjau beberapa dokumen-dokumen terkait, diskusi dan tanya jawab dengan para ahli dan para karyawan/ pekerja pada bagian perancangan produksi, perencanaan dan pengendalian inventory (PPIC), dan *quality control*. Data variabel yang telah ditentukan dan diidentifikasi dan disajikan untuk memberikan gambaran awal pada pembaca.

Bab 4 akan menjelaskan mengenai hasil dari pengolahan data dan juga analisisnya mengenai hasil-hasil yang didapatkan dari pengolahan data tersebut. Dijabarkan pula beberapa solusi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah yang ada.

Bab 5 menyajikan kesimpulan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan pada penelitian ini. Setelah itu diberikan pula saran tentang hasil penelitian yang juga dibahas pada bab ini.

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Pengenalan alat Pumping Unit

Produk yang akan dijadikan bahan penelitian ini adalah *Engineering Pumping Unit* (pompa *sucker rod*). Mesin penggerak (*prime mover*) merupakan sumber tenaga penggerak utama dari seluruh rangkaian unit komponen pompa, baik komponen di atas permukaan maupun komponen di dalam sumur. Fungsi utama komponen pompa *sucker rod* di atas permukaan adalah:

- ◆ Memindahkan energi atau tenaga dari *prime mover* ke unit komponen pompa di dalam sumur.
- ◆ Mengubah gerak berputar dari *prime mover* menjadi suatu gerak bolak-balik naik turun.
- ◆ Mengubah kecepatan putar *prime mover* menjadi suatu langkah pemompaan (*stroke/menit*, SPM) yang sesuai atau yang diinginkan.

2.2 Produksi

2.2.1 Manajemen Produksi

Manajemen produksi merupakan proses manajemen yang diterapkan dalam bidang produksi. Proses manajemen produksi adalah penggabungan seluruh aspek yang terdiri dari produk, pabrik, proses, program dan manusia.

Istilah-istilah yang biasa digunakan dalam manajemen produksi yaitu produksi, produk, produsen, produktivitas, proses produksi, sistem produksi, perencanaan produk, perencanaan produksi, dan luas perusahaan. Perencanaan meliputi perkiraan dan perhitungan mengenai kegiatan yang akan dilaksanakan pada waktu yang akan datang mengikuti suatu urutan tertentu. Perencanaan merupakan salah satu sarana manajemen untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan karena itu setiap tingkat manajemen dalam organisasi sangat membutuhkan aktivitas perencanaan. Tujuan perencanaan harus tegas, jelas dan mudah dimengerti. Seringkali perencanaan harus mengalami perubahan, oleh

karena itu perencanaan harus bersifat luwes dan terbuka untuk dapat dirubah bila diperlukan. Sifat luwes ini mengakibatkan pelaksanaan kegiatannya harus dimonitor dan dikendalikan terus menerus yang disesuaikan dengan kondisi yang ada namun perencanaan harus tetap pada tujuan yang ditetapkan.

2.2.2 Kegiatan Proses Produksi

Proses diartikan sebagai suatu cara, metode dan teknik bagaimana sesungguhnya sumber-sumber (tenaga kerja, mesin, bahan dan dana) yang ada diubah untuk memperoleh suatu hasil. Produksi adalah kegiatan untuk menciptakan atau menambah kegunaan barang atau jasa (Assauri, 1995).

2.2.3 Jenis-Jenis Proses Produksi

Jenis-jenis proses produksi ada berbagai macam bila ditinjau dari berbagai segi. Proses produksi dilihat dari wujudnya terbagi menjadi proses kimiawi, proses perubahan bentuk, proses assembling, proses transportasi dan proses penciptaan jasa-jasa administrasi. Proses produksi dilihat dari arus atau flow bahan mentah sampai menjadi produk akhir, terbagi menjadi dua yaitu proses produksi terus-menerus (Continuous processes) dan proses produksi terputus-putus (Intermittent processes).

Proses produksi terus-menerus adalah proses produksi barang atas dasar aliran produk dari satu operasi ke operasi berikutnya tanpa penumpukan disuatu titik dalam proses. Pada umumnya industri yang cocok dengan tipe ini adalah yang memiliki karakteristik yaitu output direncanakan dalam jumlah besar, variasi atau jenis produk yang dihasilkan rendah dan produk bersifat standar.

Produk diproses dalam kumpulan produk bukan atas dasar aliran terus-menerus dalam proses produk ini. Perusahaan yang menggunakan tipe ini biasanya terdapat sekumpulan atau lebih komponen yang akan diproses atau

menunggu untuk diproses, sehingga lebih banyak memerlukan persediaan barang dalam proses.

Proses produksi ini merupakan penggabungan dari proses produksi terus-menerus dan terputus-putus. Penggabungan ini digunakan berdasarkan kenyataan bahwa setiap perusahaan berusaha untuk memanfaatkan kapasitas secara penuh.

2.2.4 Sifat Proses Produksi

Telah diuraikan sebelumnya mengenai perencanaan produksi. Apabila berbicara mengenai perencanaan produksi, maka sekaligus juga membicarakan masalah pemilihan proses produksi, yaitu pemilihan proses produksi antara proses produksi atas dasar pesanan (*job order*) dan produksi massal (*mass production*).

- a) Produksi atas dasar pesanan (*job order*) Jika perusahaan menggunakan proses produksi atas dasar pesanan, maka baik spesifikasi (jenis) maupun jumlah (kuantitas) produk didasarkan atas pesanan yang masuk sesuai dengan permintaan pihak pemesan.

Produksi atas dasar pesanan memiliki ciri utama:

- 1) Produk tidak dijual secara bebas di pasar (*given market*) Produk hanya diproduksi dalam jumlah terbatas atau sejumlah pesanan, sehingga tidak dijual secara bebas di pasar-pasar.
- 2) Perusahaan tidak perlu mengadakan persediaan (*zero inventory*) Karena memproduksi sebanyak yang dipesan, maka jumlah produksi selalu habis terjual. Oleh karena itu, perusahaan tidak perlu memiliki persediaan, perusahaan baru akan memproduksi bila ada pesanan dari pelanggan/konsumen.

- b) Produksi massa (*mass production*)

Jika perusahaan menggunakan proses produksi massa, maka baik jenis maupun jumlah produksi tidak didasarkan atas pesanan, melainkan atas apa yang diputuskan perusahaan. Biasanya didasarkan atas pertimbangan volume produksi dan volume penjualan sebelumnya atau atas dasar

pertimbangan pihak-pihak tertentu (misalnya tenaga penjual, manajemen perusahaan, ekspert atau pihak lainnya).

Produksi massa memiliki ciri utama:

- 1) Produk dihasilkan dalam jumlah besar (produksi besar-besaran)
- 2) Tujuan produksi adalah untuk menguasai pasar
- 3) Produk dijual di pasar bebas (free market)
- 4) Variasi produk kecil.
- 5) Harus ada persediaan untuk memenuhi permintaan pada masa tunggu (lead time)

Keputusan untuk memilih apakah perusahaan akan melakukan proses produksi pesanan atau produksi massa, sangat tergantung pada kemungkinan keuntungan yang akan diraih perusahaan, khususnya dilihat dari penguasaan pasar. Untuk memilih proses produksi massa, maka perusahaan terlebih dahulu perlu melakukan analisis pasar tentang situasi dan kondisi pasar khususnya untuk melihat pesaing. Hal ini diperlukan untuk menyusun peramalan penjualan, yaitu perkiraan tentang penjualan barang hasil produksi pada masa yang akan datang.

Perusahaan dapat memilih salah satu atau kombinasi dari kedua proses produksi tersebut, yaitu disamping menjalankan proses produksi massa pada suatu lini produk tertentu perusahaan juga menerima pesanan khusus (job order) untuk lini produk lainnya, khususnya bagi perusahaan yang telah lama berkiprah atau telah memiliki pengalaman produksi dan penjualan. Sedangkan, bagi perusahaan yang baru atau wirausaha baru melakukan produksi atas dasar pesanan masih sulit dilakukan karena belum dikenal.

2.3 FMEA

2.3.1 Sejarah FMEA

Didalam mengevaluasi perencanaan sistem dari sudut pandang reliability, failure modes and effect analysis (FMEA) merupakan metode yang vital. Sejarah FMEA berawal pada tahun 1950 ketika teknik tersebut digunakan dalam merancang dan mengembangkan sistem kendali penerbangan.

2.3.2 Dasar FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

FMEA merupakan salah satu alat dari Six Sigma untuk mengidentifikasi sumber-sumber atau penyebab dari suatu masalah kualitas. Menurut Chrysler (1995), FMEA dapat dilakukan dengan cara :

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

Sedangkan manfaat FMEA adalah sebagai berikut :

- ◆ Hemat biaya. Karena sistematis maka penyelesaiannya tertuju pada potensial causes (penyebab yang potential) sebuah kegagalan / kesalahan.
- ◆ Hemat waktu ,karena lebih tepat pada sasaran.

Kegunaan FMEA adalah sebagai berikut :

- ◆ Ketika diperlukan tindakan preventive / pencegahan sebelum masalah terjadi.
- ◆ Ketika ingin mengetahui / mendata alat deteksi yang ada jika terjadi kegagalan.
- ◆ Pemakaian proses baru
- ◆ Perubahan / pergantian komponen peralatan
- ◆ Pemindahan komponen atau proses ke arah baru

2.3.3 Pengertian FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

FMEA (failure mode and effect analysis) 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.

Para ahli memiliki beberapa definisi mengenai failure modes and effect analysis, definisi tersebut memiliki arti yang cukup luas dan apabila dievaluasi lebih dalam memiliki arti yang serupa. Definisi failure modes and effect analysis tersebut disampaikan oleh :

- Menurut Roger D. Leitch, definisi dari failure modes and effect analysis adalah analisa teknik yang apabila dilakukan dengan tepat dan waktu yang tepat akan memberikan nilai yang besar dalam membantu proses pembuatan keputusan dari engineer selama perancangandan pengembangan. Analisa tersebut biasa disebut analisa “bottom up”, seperti dilakukan pemeriksaan pada proses produksi tingkat awal dan mempertimbangkan kegagalan sistem yang merupakan hasil dari keseluruhan bentuk kegagalan yang berbeda.
- Menurut John Moubray, definisi dari failure modes and effect analysis adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan setiap kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan.

2.3.4 Tujuan Failure Modes and Effect Analysis

Terdapat banyak variasi didalam rincian failure modes and effect analysis (FMEA), tetapi semua itu memiliki tujuan untuk mencapai :

1. Mengetahui dan memprediksi potensial kegagalan dari produk atau proses yang dapat terjadi.
2. Memprediksi dan mengevaluasi pengaruh dari kegagalan pada fungsi dalam sistem yang ada.
3. Menunjukkan prioritas terhadap perbaikan suatu proses atau sub sistem melalui daftar peningkatan proses atau sub sistem yang harus diperbaiki.
4. Mengidentifikasi dan membangun tindakan perbaikan yang bisa diambil untuk mencegah atau mengurangi kesempatan terjadinya potensikegagalan atau pengaruh pada sistem.
5. Mendokumentasikan proses secara keseluruhan.

2.3.5 Langkah Dasar FMEA

Terdapat langkah dasar dalam proses FMEA yang dilakukan oleh tim desain for six sigma (DFSS) adalah :

1. Membangun batasan proses yang dibatasi oleh struktur proses.
2. Membangun proses pemetaan dari FMEA yang mendiskripsikan proses produksi secara lengkap dan alat penghubung tingkat hirarki dalam struktur proses dan ruang lingkup.
3. Melihat struktur proses pada seluruh tingkat hirarki dimana masing-masing parameter rancangan didefinisikan.
4. Identifikasi kegagalan potensial pada masing-masing proses.
5. Mempelajari penyebab kegagalan dari pengaruhnya.

Pengaruh dari kegagalan adalah konsekuensi langsung dari bentuk kegagalan pada tingkat proses berikutnya, dan puncaknya ke konsumen. Pengaruh biasanya diperlihatkan oleh operator atau sistem pengawasan. Terdapat dua hal utama penyebab pada keseluruhan tingkat, dengan diikuti oleh pertanyaan seperti :

1. Apakah variasi dari input menyebabkan kegagalan ?

2. Apakah yang menyebabkan proses gagal, jika diasumsikan input tepat dan sesuai spesifikasi ?
3. Jika proses gagal, apa konsekuensinya terhadap kesehatan dan keselamatan operator, mesin, komponen itu sendiri, proses berikutnya, konsumen dan peraturan ?
4. Pengurutan dari bentuk kegagalan proses potensial menggunakan risk priority number (RPN) sehingga tindakan dapat diambil untuk kegagalan tersebut.
5. Mengklasifikasikan variabel proses sebagai karakteristik khusus yang membutuhkan kendali seperti keamanan operator yang berhubungan dengan parameter proses, yang tidak mempengaruhi produk.
6. Menentukan kendali proses sebagai metode untuk mendeteksi bentuk kegagalan atau penyebab. Terdapat dua tipe kendali, yaitu :
7. Rancangan yang digunakan untuk mencegah penyebab atau bentuk kegagalan dan pengaruhnya.
8. Kegiatan tersebut dilakukan untuk mendeteksi penyebab dalam tindakan korektif.
9. Identifikasi dan mengukur tindakan korektif. Menurut nilai risk priority number (RPN), tim melakukannya dengan :
 - ◆ Mentransfer resiko kegagalan pada sistem diluar ruang lingkup pekerjaan.
 - ◆ Mencegah seluruh kegagalan.
 - ◆ Meminimumkan resiko kegagalan dengan :
 - Mengurangi *severity*.
 - Mengurangi *occurance*.
 - Meningkatkan kemampuan deteksi.
10. Analisa, dokumentasi dan memperbaiki FMEA. *Failure modes and effect analysis* (FMEA) merupakan dokumen yang harus dianalisa dan diurus secara terus-menerus.

2.3.6 Identifikasi Element-Element FMEA

Element FMEA dibangun berdasarkan informasi yang mendukung analisa.

Beberapa elemen-elemen FMEA adalah sebagai berikut :

1. Nomer FMEA (FMEA Number)
Berisi nomer dokumentasi FMEA yang berguna untuk identifikasi dokumen.
2. Jenis (item)
Berisi nama dan kode nomer sistem, subsistem atau komponen dimana akan dilakukan analisa FMEA.
3. Penanggung Jawab Proses (Process Responsibility)
Adalah nama departemen/bagian yang bertanggung jawab terhadap berlangsungnya proses item diatas.
4. Disiapkan Oleh (Prepared by)
Berisi nama, nomer telpon, dan perusahaandari personal yang bertanggung jawab terhadap pembuatan FMEA ini.
5. Tahun Model (Model Year(s))
Adalah kode tahun pembuatan item, bentuk ini yang dapat berguna terhadap analisa sistem ini.
6. Tanggal Berlaku (Key Date)
Adalah FMEA due date dimana harus sesuai dengan jadwal.
7. Tanggal FMEA (FMEA Date)
Tanggal dimana FMEA ini selesai dibuat dengan tanggal revisi terkini.
8. Tim Inti (Core Team)
Berisi daftar nama anggota tim FMEA serta departemennya.
9. Fungsi Proses (Process Function)
Adalah deskripsi singkat mengenai proses pembuatan item dimana sistem akan dianalisa.
10. Bentuk Kegagalan Potensial (Potential Failure Mode)
Merupakan suatu kejadian dimana proses dapat dikatakan secara potensial gagal untuk memenuhi kebutuhan proses atau tujuan akhir produk.
11. Efek Potensial dari Kegagalan (Potential Effect(s) of Failure)

Merupakan suatu efek dari bentuk kegagalan terhadap pelanggan. Dimana setiap perubahan dalam variabel yang mempengaruhi proses akan menyebabkan proses itu menghasilkan produk diluar batas-batas spesifikasi.

12. Tingkat Keparahan (Severity (S))

Penilaian keseriusan efek dari bentuk kegagalan potensial.

13. Klasifikasi (Classification)

Merupakan dokumentasi terhadap klasifikasi karakter khusus dari subproses untuk menghasilkan komponen, sistem atau subsistem tersebut.

14. Penyebab Potensial (Potential Cause(s))

Adalah bagaimana kegagalan tersebut bisa terjadi. Dideskripsikan sebagai sesuatu yang dapat diperbaiki.

15. Keterjadian (Occurrence (O))

Adalah sesering apa penyebab kegagalan spesifik dari suatu proyek tersebut terjadi.

16. Pengendali Proses saat ini (Current Process Control)

Merupakan deskripsi dari alat pengendali yang dapat mencegah atau memperbesar kemungkinan bentuk kegagalan terjadi atau mendeteksi terjadinya bentuk kegagalan tersebut.

17. Deteksi (Detection (D))

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

18. Nomor Prioritas Resiko (Risk Priority Number (RPN))

Merupakan angka prioritas resiko yang didapatkan dari perkalian Severity, Occurrence, dan Detection

$$\mathbf{RPN = S * O * D}$$

19. Tindakan yang direkomendasikan (Recommended Action)

Setelah bentuk kegagalan diatur sesuai peringkat RPNnya, maka tindakan perbaikan harus segera dilakukan terhadap bentuk kegagalan dengan nilai RPN tertinggi.

20. Penanggung jawab Tindakan yang Direkomendasikan (Responsibility (for the Recommended Action))

Mendokumentasikan nama dan departemen penanggung jawab tindakan perbaikan tersebut serta target waktu penyelesaian.

21. Tindakan yang Diambil (Action Taken)

Setelah tindakan diimplementasikan, dokumentasikan secara singkat uraian tindakan tersebut serta tanggal efektifnya.

22. Hasil RPN (Resulting RPN)

Setelah tindakan perbaikan diidentifikasi, perkiraan dan rekam Occurrence, Severity, dan Detection baru yang dihasilkan serta hitung RPN yang baru. Jika tidak ada tindakan lebih lanjut diambil maka beri catatan mengenai hal tersebut.

23. Tindak Lanjut (Follow Up)

Dokumentasi proses FMEA ini akan menjadi dokumen hidup dimana akan dilakukan perbaikan terus menerus sesuai kebutuhan perusahaan.

2.3.7 Menentukan Severity, Occurrence, Detection dan RPN

Untuk menentukan prioritas dari suatu bentuk kegagalan maka tim FMEA harus mendefinisikan terlebih dahulu tentang Severity, Occurrence, Detection, serta hasil akhirnya yang berupa Risk Priority Number.

2.3.7.1 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. Proses sistem peringkat yang dijelaskan pada tabel 2.1 sesuai dengan standar AIAG (Automotive Industry Action Group) dibawah ini

:

Tabel 2.1 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk Severity of Effects dalam FMEA Process

<i>Effect</i>	<i>Severity of Effect for FMEA</i>	<i>Rating</i>
Tidak Ada	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Bentuk kegagalan tidak memiliki pengaruh 	1
Sangat Minor	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan minor pada lini produksi ◆ Fit & finish atau squeak & rattle produk tidak sesuai ◆ Sebagian kecil produk harus dikerjakan ulang ditempat ◆ Pelanggan yang jeli menyadari defect tersebut 	2
Minor	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan minor pada lini produksi ◆ Sebagian produk harus dikerjakan secara on-line ditempat ◆ Fit & finish atau squeak & rattle tidak sesuai ◆ Sebagian pelanggan menyadari defect tersebut 	3
Sangat Rendah	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan minor pada lini produksi ◆ Produk harus dipilah dan sebagian dikerjakan ulang ◆ Fit & finish atau squeak & rattle tidak sesuai ◆ Pelanggan secara umum menyadari defect tersebut 	4

Tabel 2.1 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat untuk *Severity of Effects* dalam FMEA Process (lanjutan)

<i>Effect</i>	<i>Severity of Effect for FMEA</i>	<i>Rating</i>
Rendah	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan minor pada lini produksi ◆ 100% produk harus dikerjakan ulang ◆ Produk dapat beroperasi, tetapi sebagian item tambahan beroperasi dengan performansi yang berkurang 	5
Sedang	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan minor pada lini produksi ◆ Sebagian produk harus dikerjakan ulang (tanpa ada pemilahan) ◆ Produk dapat beroperasi, tetapi sebagian item tambahan tidak dapat berfungsi 	6
Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan minor pada lini produksi ◆ Produk harus dipilah dan sebagian dibongkar ulang ◆ Produk dapat beroperasi, performansinya berkurang 	7
Sangat Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan major pada lini produksi ◆ 100% produk harus dibongkar ◆ Produk tidak terdapat dioperasikan dan kehilangan fungsi utamanya 	8
Berbahaya dengan peringatan	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Dapat membahayakan operator mesin ◆ Kegagalan dapat mempengaruhi keamanan operasional produk atau tidak sesuai dengan peraturan ◆ Kegagalan akan terjadi dengan didahului peringatan 	9
Berbahaya tanpa adanya peringatan	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Dapat membahayakan operator mesin ◆ Kegagalan dapat mempengaruhi keamanan operasional produk atau tidak sesuai dengan peraturan pemerintah ◆ Kegagalan akan terjadinya tanpa adanya peringatan terlebih dahulu 	10

Tabel severity diatas merupakan adopsi dari Automotive Industry Action Group (AIAG) yang menggambarkan industri otomotif, sedangkan objek penelitian yang digunakan adalah filter rokok sehingga diperlukan modifikasi dari tabel severity tersebut untuk menggambarkan industri filter. Dimana tabel modifikasi tersebut disajikan pada tabel 2. 2.

Tabel 2.2 Modifikasi *Automotive Industry Action Group (AIAG) severity rating*

<i>Effect</i>	<i>Severity of Effect for FMEA</i>	<i>Rating</i>
Tidak Ada	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Bentuk kegagalan tidak memiliki pengaruh 	1
Sangat Minor	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan minor pada lini produksi ◆ Spesifikasi produk tidak sesuai tetapi diterima ◆ Pelanggan yang jeli menyadari defect tersebut 	2
Minor	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan minor pada lini produksi ◆ Spesifikasi produk tidak sesuai tetapi diterima ◆ Sebagian pelanggan menyadari defect tersebut 	3
Sangat Rendah	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan minor pada lini produksi ◆ Spesifikasi produk tidak sesuai tetapi diterima ◆ Pelanggan secara umum menyadari defect tersebut 	4
Rendah	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan minor pada lini produksi ◆ Defect tidak mempengaruhi proses berikutnya ◆ Produk dapat beroperasi tetapi tidak sesuai dengan spesifikasi 	5
Sedang	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan minor pada lini produksi ◆ Defect mempengaruhi terjadinya defect 	6

	<p>atau mempengaruhi 1 - 2 proses berikutnya</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Produk akan menjadi waste pada proses berikutnya 	
Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan minor pada lini produksi ◆ Defect mempengaruhi terjadinya defect atau mempengaruhi 3 - 4 proses berikutnya ◆ Produk akan menjadi waste pada proses berikutnya 	7
Sangat Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Gangguan major pada lini produksi ◆ Defect mempengaruhi terjadinya defect atau mempengaruhi 4 - 6 proses berikutnya ◆ Produk akan menjadi waste pada proses berikutnya 	8
Berbahaya dengan peringatan	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Kegagalan tidak membahayakan operator ◆ Kegagalan langsung menjadi waste ◆ Kegagalan akan terjadi dengan didahului peringatan 	9
Berbahaya tanpa adanya peringatan	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Dapat membahayakan operator ◆ Kegagalan langsung menjadi waste ◆ Kegagalan akan terjadinya tanpa adanya peringatan terlebih dahulu 	10

2.3.7.2 Occurrence

Occurrence adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. Dengan memperkirakan kemungkinan occurrence pada skala 1 sampai 10. Pada tabel 2.3 berdasarkan standar AIAG mendeskripsikan proses sistem peringkat. Karena peringkat kegagalan jatuh antara dua angka skala. Standar menilai dengan cara interpolasi dan pembulatan nilai Occurrence.

Tabel 2.3 Automotive Industry Action Group (AIAG) Occurrence rating

<i>Probability of Failure</i>	<i>Occurrence</i>	<i>Cpk</i>	<i>Rating</i>
Sangat tinggi :	1 in 2	< 0.33	10
Kegagalan hampir tak bisa dihindari	1 in 3	≥ 0.33	9
Tinggi :	1 in 8	≥ 0.51	8
Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang mengalami	1 in 20	≥ 0.67	7
Sedang:	1 in 80	≥ 0.83	6
Umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang mengalami kegagalan tetapi tidak dalam jumlah yang besar	1 in 400	≥ 1.00	5
	1 in 2000	≥ 1.17	4

2.3.7.3 Detection

Nilai *Detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan / mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Proses 21 penilaian ditunjukkan pada tabel 2.4 berdasarkan standar AIAG adalah sebagai berikut :

Tabel 2.4 *Automotive Industry Action Group (AIAG) detection rating*

<i>Detection</i>	<i>Likelihood of Detection</i>	<i>% R & R</i>	<i>% Repeatability & % Reproducibility</i>	<i>Rank</i>
			<i>% Repeatability & % Reproducibility</i>	
Hampir Tidak Mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	≥ 80 %	<i>% Repeatability ≥</i>	10
			<i>% Reproducibility</i>	
Sangat Jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan	≥ 80 %	<i>% Repeatability <</i>	9
			<i>% Reproducibility</i>	
Jarang	Alat pengontrol saat ini sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	≥ 60 %	<i>% Repeatability ≥</i>	8
			<i>% Reproducibility</i>	
Sangat Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah	≥ 60 %	<i>% Repeatability <</i>	7
			<i>% Reproducibility</i>	
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah	≥ 40 %	<i>% Repeatability ≥</i>	6
			<i>% Reproducibility</i>	

Tabel 2.4 *Automotive Industry Action Group (AIAG) detection rating (Lanjutan)*

Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang	≥ 40 %	% Repeatability <	5
			% Reproducibility	
Agak Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi	≥ 20 %	% Repeatability ≥	4
			% Reproducibility	
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi	≥ 20 %	% Repeatability <	3
			% Reproducibility	
Sangat Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	< 20 %	% Repeatability ≥	2
			% Reproducibility	
Hampir Pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti	< 20 %	% Repeatability <	1
			% Reproducibility	

2.3.8 Risk Priority Number (Angka Prioritas Resiko)

RPN merupakan produk matematis dari keseriusan effects (Severity), kemungkinan terjadinya cause akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan effects (Occurrence), dan kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi pada pelanggan (Detection). RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\mathbf{RPN = S * O * D}$$

Angka ini digunakan untuk mengidentifikasi resiko yang serius, sebagai petunjuk ke arah tindakan perbaikan.

2.3.9 Jenis-jenis FMEA

Menurut Mc Dermott, Mikulak, & Beauregard (2009, p. 19-21) ada dua jenis FMEA yaitu *Product/Design FMEA* dan *Process FMEA*.

1. Desain FMEA

Desain FMEA dipergunakan setelah rancangan sistem telah ditentukan. Desain FMEA akan mengarahkan modus kesalahan atau kegagalan kedalam tingkatan komponen dan digunakan untuk menganalisis produk sebelum digunakan proses manufaktur. Desain FMEA mempunyai titik utama pada modus kesalahan atau kegagalan yang disebabkan ketidakefisienan dalam perancangan.

2. Proses FMEA

FMEA jenis ini akan menguji modus kesalahan atau kegagalan dari setiap tahap dan proses manufaktur maupun perakitan sebuah produk. Tipe ini tidak harus selalu menguji secara detail dan modus kesalahan atau kegagalan dan peralatan yang dipergunakan untuk proses manufaktur atau perakitan, tetapi harus memperhatikan dimana modus kesalahan atau kegagalan tersebut mempengaruhi secara langsung terhadap kualitas, kekuatan, dan produk akhir yang dihasilkan.

2.4 Analytic Hierarchy Process (AHP)

Metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 70 – an ketika di Warston school. Metode AHP merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam sistem pengambilan keputusan dengan memperhatikan faktor – faktor persepsi, preferensi, pengalaman dan intuisi. AHP menggabungkan penilaian – penilaian dan nilai – nilai pribadi ke dalam satu cara yang logis.

Analytic Hierarchy Process (AHP) dapat menyelesaikan masalah multikriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Masalah yang kompleks dapat diartikan bahwa kriteria dari suatu masalah yang begitu banyak (multikriteria), struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian pendapat dari pengambil keputusan, pengambil keputusan lebih dari satu orang, serta ketidakakuratan data yang tersedia. Menurut Saaty, hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis

Metode ini adalah sebuah kerangka untuk mengambil keputusan dengan efektif atas persoalan dengan menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan dengan memecahkan persoalan tersebut kedalam bagian – bagiannya, menata bagian atau variabel ini dalam suatu susunan hirarki, memberi nilai numerik pada pertimbangan subjektif tentang pentingnya tiap variabel dan mensintesis berbagai pertimbangan ini untuk menetapkan variabel yang mana yang memiliki prioritas paling tinggi dan bertindak untuk mempengaruhi hasil pada situasi tersebut. Metode ini juga menggabungkan kekuatan dari perasaan dan logika yang bersangkutan pada berbagai persoalan, lalu mensintesis berbagai pertimbangan yang beragam menjadi hasil yang cocok dengan perkiraan kita secara intuitif sebagaimana yang dipersentasikan pada pertimbangan yang telah dibuat.

2.4.1 Tujuh Pilar AHP

Meskipun metode AHP sudah ditemukan lebih dari dua dekade yang lalu dan dalam kurun waktu tersebut telah muncul banyak perbaikan dan modifikasi, namun secara umum ada tujuh pilar AHP yaitu (Saaty, 1999):

1. Skala rasio
2. Perbandingan berpasangan
3. Kondisi-kondisi untuk sensitivitas dari vektor eigen

4. Homogenitas dan klasterisasi
5. Sintesis
6. Mempertahankan dan membalikkan urutan
7. Pertimbangan kelompok

2.4.2 Langkah-langkah AHP

Saaty (1999) mengemukakan langkah-langkah penyelesaian AHP secara detail sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan menspesifikasikan pemecahan yang diinginkan.
2. Membuat bentuk hierarki dari sudut pandang manajerial secara keseluruhan.
3. Membuat matriks perbandingan berpasangan dari masing-masing elemen terhadap level di atasnya.
4. Mendapatkan semua penilaian untuk melengkapi matriks di langkah 3. Pertimbangan dari banyak orang dapat disatukan dengan memakai rata-rata geometrisnya.

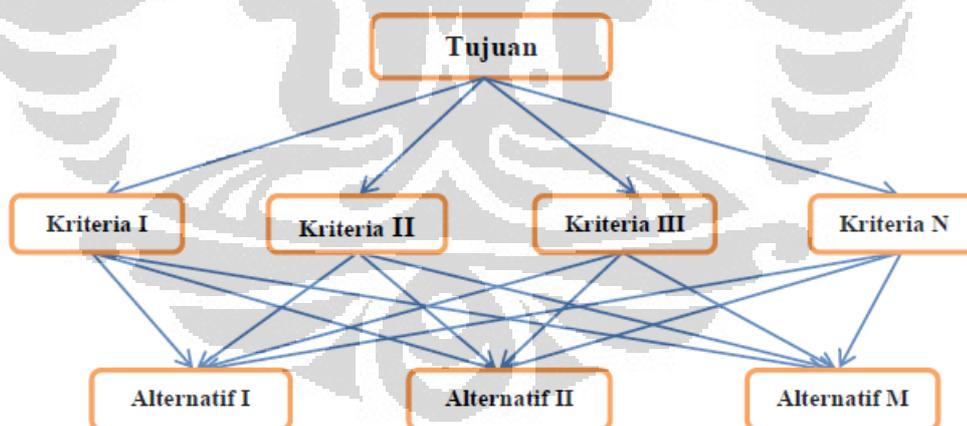
$$G = \left(\prod_{i=1}^n X_i \right)^{1/n}$$

5. Mensintesis data dalam matriks perbandingan berpasangan sehingga didapatkan prioritas setiap elemen hierarki.
6. Menguji konsistensi prioritas yang didapat
7. Lakukan langkah 3,4,dan 5 untuk semua level dan kelompok dalam hierarki.
8. Menggunakan komposisi secara hierarki untuk membobotkan vektor-vektor prioritas itu dengan bobot-bobot kriteria dan menjumlahkan semua nilai prioritas tersebut dengan nilai prioritas dari tingkat bawah berikutnya, dan seterusnya. Hasilnya adalah vektor prioritas menyeluruh untuk tingkat hierarki paling bawah.

9. Mengevaluasi konsistensi untuk seluruh hierarki dengan mengkalikan setiap indeks konsistensi dengan prioritas kriteria bersangkutan dan menjumlahkan hasil kalinya. Hasil ini kemudian dibagi dalam pernyataan sejenis yang menggunakan indeks konsistensi acak yang sesuai dengan diameter tiap matriks. Rasio inkonsistensi hierarki itu harus 10% atau kurang. Jika tidak, prosesnya harus diperbaiki atau diulang.

2.4.3 Identifikasi Masalah dan Pembuatan Hierarki

AHP dimulai dengan identifikasi permasalahan, kemudian menguraikannya menjadi elemen-elemen pokok untuk mendukung keputusan yang akan diambil. Elemen-elemen ini dapat berupa alternatif tindakan, atribut atau kriteria yang akan digunakan untuk menentukan prioritas atau peringkat dari serangkaian alternatif solusi yang akan diambil. Proses penentuan elemen-elemen dan relasi antar elemen tersebut dikenal sebagai proses strukturisasi hierarki. Contoh hierarki AHP dapat dilihat pada gambar



Gambar 2.1 Struktur hirarki AHP

2.4.4 Penentuan Prioritas/Bobot

Prioritas/bobot diberikan pada elemen-elemen hierarki berdasarkan tingkat kepentingannya menggunakan metode perbandingan berpasangan. Kriteria-kriteria dibobotkan berdasarkan tingkat kepentingannya terhadap pencapaian tujuan. Setiap alternatif dibobotkan terhadap masing-masing kriteria. Proses pembobotan ini mengatasi masalah perbedaan skala akibat interpretasi pengambilan keputusan.

Perbandingan berpasangan dilakukan antar elemen dalam bentuk matriks untuk menilai elemen mana yang lebih penting atau lebih disukai, dan seberapa elemen tersebut lebih penting atau lebih disukai. Berikut adalah metode perhitungan matematis untuk prioritas/bobot elemen dalam AHP oleh Saaty (1980).

Asumsinya dalam suatu subsistem operasi terdapat n elemen operasi, yaitu A_1, A_2, \dots, A_n , maka hasil perbandingan secara berpasangan dari elemen-elemen tersebut akan membentuk matriks perbandingan berpasangan seperti terlihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.5 Matriks elemen operasi

A	A_1	A_2	...	A_n
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}
A_2	a_{21}	a_{22}
...
A_n	a_{n1}	a_{nn}

(Sumber : Saaty, 1980)

Dari matriks tersebut, dapat dikatakan bahwa $A_n \times n$ adalah matriks resiprokal (berkebalikan) yang unsur-unsurnya adalah a_{ij} , di mana i, j adalah $1, 2, \dots, n$. Bobot masing-masing elemen dinyatakan dengan lambang w . Diasumsikan terdapat n elemen perbandingan, yaitu w_1, w_2, \dots, w_n . Adapun nilai perbandingan

(a_{ij}) secara berpasangan (antara w_i dan w_j) dapat ditunjukkan oleh persamaan berikut:

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j} \text{ di mana } i \text{ dan } j = 1, 2, \dots, n \dots\dots\dots(2.1)$$

Unsur-unsur pada matriks tersebut didapatkan melalui perbandingan antara satu elemen operasi terhadap elemen operasi lainnya pada tingkat hierarki yang sama. Misalnya unsur a_{11} adalah perbandingan antara elemen A_1 dengan elemen A_1 sendiri, kemudian a_{12} adalah perbandingan antar elemen A_1 dengan A_2 , dan seterusnya. Sebagai matriks resipokal, maka nilai a_{21} sama dengan nilai $\frac{1}{a_{12}}$ (saling berkebalikan).

Untuk menyatakan penyimpangan konsistensi dinyatakan melalui Indeks Konsistensi (CI) sebagai berikut:

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \dots\dots\dots(2.2)$$

- di mana : λ_{max} = nilai *eigen* maksimum
- n = ukuran matriks
- CI = indeks konsistensi

Indeks acak (RI) adalah nilai indeks acak berdasarkan ukuran matriks (n) yang digunakan untuk menghitung rasio konsistensi (CR). Nilai CR diperoleh dari rumus:

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots\dots\dots(2.3)$$

Nilai indeks acak dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.6 Nilai Indeks Acak (RI)

UM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0.5	0.	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5	1.
			8	9	2	4	2	1	5	9	1	8	6	7	59

(Sumber : Saaty, 1980)

2.4.5 Keunggulan AHP

Saaty (1999) juga mengemukakan beberapa keunggulan AHP adalah sebagai berikut:

- ◆ Kesatuan
AHP memberikan model tunggal, mudah dimengerti, dan secara fleksibel dapat digunakan pada masalah tak terstruktur dalam lingkup yang luas.
- ◆ Kompleksitas
AHP menyatukan pendekatan deduktif dan sistem untuk memecahkan masalah yang kompleks.
- ◆ Ketergantungan
AHP menyajikan ketergantungan antar elemen tanpa memaksakan pemikiran linear.
- ◆ Struktur hierarki
AHP menggambarkan kecenderungan alamiah dalam mengelompokkan elemen-elemen dalam suatu sistem menjadi level atau tingkatan yang berbeda.
- ◆ Ukuran
AHP menggunakan skala pengukuran satuan tidak dapat diukur (intangibile) dan metode untuk menetapkan prioritas.
- ◆ Konsistensi
AHP menghitung konsistensi logis penilaian yang digunakan dalam menetapkan prioritas.
- ◆ Sintesis
AHP memberikan estimasi keseluruhan dari kemungkinan pemilihan semua alternatif.
- ◆ *Tradeoffs*
AHP mempertimbangkan prioritas relatif faktor dalam suatu sistem dan memungkinkan dilakukannya pemilihan alternatif terbaik berdasarkan tujuan.
- ◆ Penilaian dan konsensus

AHP tidak berdasarkan konsensus tetapi berdasarkan sintesis hasil penilaian yang beragam.

- ◆ Pengulangan proses

AHP memungkinkan dilakukannya penyempurnaan definisi terhadap masalah dan meningkatkan penilaian dan pemahaman terhadap masalah melalui repetisi.

2.4.6 Kelemahan AHP

Walaupun AHP digunakan secara luas dalam penyelesaian permasalahan pengambilan keputusan multi kriteria, namun penerapannya masih sering menimbulkan kritik dari beberapa kelemahan AHP sebagai berikut ini (Chan, 2003):

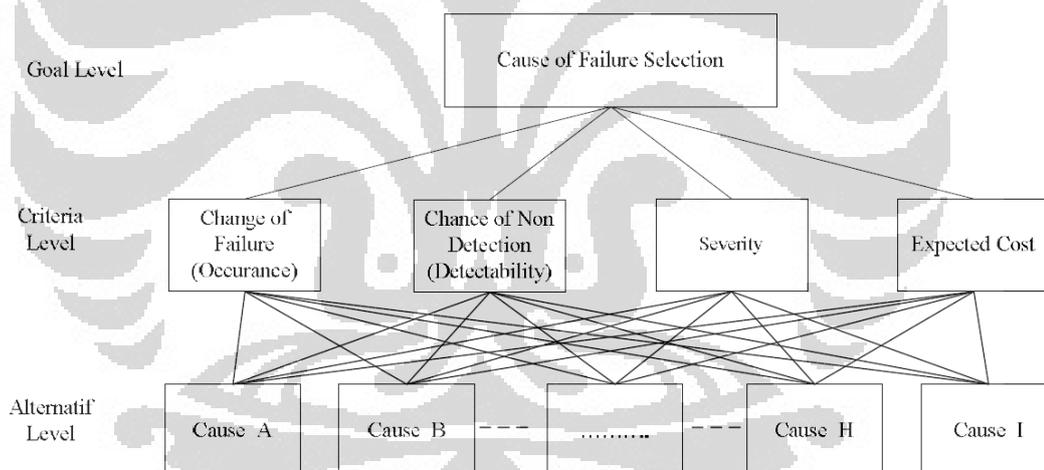
- ◆ Metode AHP hanya sering digunakan dalam pembuatan keputusan yang hampir pasti (*crisp*).
- ◆ AHP menggunakan skala estimasi yang tidak seimbang.
- ◆ AHP tidak mempertimbangkan risiko dan ketidakpastian dalam perhitungannya, karena telah menganggap nilai kepentingan relatif cukup mewakili hal tersebut.
- ◆ Peringkat dalam AHP tidak begitu presisi.
- ◆ Penilaian yang subjektif, pemilihan dan preferensi dari pembuat keputusan akan membawa pengaruh yang besar.

2.5 Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA)

Multi Attribute Failure Mode Analysis (MAFMA) merupakan metode yang mengintegrasikan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) konvensional dengan mempertimbangkan aspek ekonomi (Braglia, 2000). FMEA merupakan suatu teknik analisis oleh suatu tim atau ahli untuk mengidentifikasi potential failure mode serta penyebabnya, dalam proses manufaktur. Proses FMEA ini berperan dalam: mengidentifikasi fungsi proses; identifikasi produk dan proses yang berpotensi mengalami failure mode; menganalisa efek yang timbul oleh kegagalan pada konsumen; identifikasi penyebab terjadinya kegagalan serta

variabel-variabel dalam proses yang digunakan untuk mengurangi terjadinya kegagalan; identifikasi variabel-variabel dalam proses untuk mengontrol proses tersebut; memberi ranking untuk setiap failure mode dalam menentukan prioritas untuk melakukan corrective action; mendokumentasikan hasil. Proses FMEA tersebut dituangkan dalam bentuk table FMEA seperti terlihat pada Tabel 1. Metode MAFMA melakukan perhitungan dengan mengintegrasikan empat factor pada FMEA yakni chance of failure (occurrence), change of non detection, severity dan expected cost.

Biaya akibat kegagalan dihitung dengan perbandingan kualitatif (qualitative pairwise comparisson). Biaya akibat kegagalan ini tidak dapat muncul bila tidak terdapat kegagalan atau kecacatan dalam produk yang dihasilkan. Formulasi ranking prioritas penyebab kegagalan dilakukan dengan bantuan Analytic Hierachy Process (AHP), sehingga mempermudah analisis secara efektif dan efisien.



Gambar 2.2 Struktur hirarki *cause of failure selection*

Metode AHP membantu untuk melakukan analisis secara sistematis dengan mengelompokkannya ke dalam struktur hirarkhi. Penyebab kegagalan utama sebagai level tujuan; faktor severity, occurrence, detectability dan expected cost sebagai level kriteria; dan sebagai level alternatif adalah penyebab kegagalan yang mungkin terjadi. Faktor-faktor tersebut dan alternative penyebab kegagalan disusun dalam struktur hirarki seperti terlihat dalam Gambar 2.3, dan diolah lebih

lanjut dengan menggunakan pairwise comparison setelah dilakukan uji konsistensi terlebih dahulu. Uji konsistensi mengikuti rumus sama seperti uji konsistensi pada pendekatan AHP (Saaty, 1991):

Metode MAFMA yang dikembangkan oleh Braglia memiliki langkah-langkah penyelesaian sebagai berikut:

1. Pembuatan tabel FMEA

Potential Failure Mode	Potential effect(s) of Failure	Severity (S)	Potential cause(s)	Current process control		Detectability (D)	Recommended Action	Responsibility & target completion date
				prevention	detection			
Apa yang gagal? Tidak berfungsi Fungsi menurun Kadang-kadang berfungsi	Apa efeknya?	Seberapa parahkah?	Apa yang menjadi penyebabnya?	Bagaimana dapat dicegah dan dideteksi?	Seberapa baik metode tersebut	Apa yang dapat dilakukan? Perubahan desain Perubahan proses Kontrol tertentu Perubahan standar, prosedur		

Gambar 2.3 Contoh form FMEA

2. Penentuan bobot kriteria dengan AHP
3. Uji perbandingan berpasangan untuk alternatif di *Expected Cost*

Menurut Braglia (2000, hal 9), perkiraan biaya merupakan aspek ekonomi yang dihitung dengan cara perbandingan berpasangan “kualitatif”. Hal ini disebabkan karena ketidakmampuan untuk melakukan penilaian dengan tepat oleh pihak terkait misalnya staf pemeliharaan. Hasil dari uji perbandingan berpasangan untuk alternatif di *Expected Cost* akan mendapatkan local priority alternatif di kriteria *Expected Cost*.

4. Menghitung *Local Priority*

Setelah tabel FMEA telah dibuat, local priority untuk *severity*, *occurrence* dan *detectability* dapat dicari dengan persamaan:

Local priority Severity = Nilai Severity/ Total Severity (2-4)

Local priority Occurence = Nilai Occurence/ Total Occurence (2-5)

Local priority Detectability = Nilai Detectability/ Total Detectability..(2-6)

5. Menghitung *Global Priority*

Global Priority didapatkan dengan persamaan:

◆ Global Priority Severity :

Local Priority Severity x Bobot Severity.....(2-7)

◆ Global Priority Occurence :

Local Priority Occurence x Bobot Occurence.....(2-8)

◆ Global Priority Detectability :

Local Priority Detectability x Bobot Detectability.....(2-9)

◆ Global Priority Expected Cost :

Local Priority Expected Cost x Bobot Expected Cost.....(2-10)

6. Menghitung Total Priority untuk tiap-tiap penyebab kegagalan

Total priority:

∧ global priority (Severity, Occurence, Detectability, Expected Cost).....(2-11)

Setelah mendapat total priority, barulah penulis bisa memilih jenis kegagalan potensial apa yang paling berpengaruh pada perusahaan. Metode MAFMA ini memiliki kelebihan dibandingkan dengan MAFMA karena pada metode ini peneliti bisa memasukan aspek biaya sebagai pertimbangan dalam memilih penyebab kegagalan yang paling berpengaruh pada proses produksi perusahaan.

BAB III

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

3.1 Profil Perusahaan

Latar belakang perusahaan sangatlah penting untuk menilai jenis produk apa saja yang dihasilkan oleh perusahaan, sistem produksi, *business process* dan juga struktur organisasi perusahaan tersebut. Berikut dibawah ini akan dijabarkan profil perusahaan PT. XYZ.

3.1.1 Sejarah Perusahaan

PT. XYZ, Tbk adalah perusahaan swasta pribumi yang bergerak dalam bidang konstruksi, permesinan (*engineering*), transportasi, telekomunikasi, dan manufaktur terutama dalam bidang sarana umum. PT. XYZ didirikan pada tanggal 25 Oktober 1978, dan. Ide pertama untuk mendirikan PT. XYZ ini yaitu ketika diumumkannya Surat Keputusan Menteri Perindustrian No.168/M/SK/1978, mengenai penegasan kembali Surat Keputusan Menteri No.307/MIS/81/1976 tentang keputusan mengenai keharusan menggunakan komponen dalam negeri dalam perakitan kendaraan bermotor. Pada saat itu juga pemerintah sedang merencanakan membeli unit mobil pemadam kebakaran secara besar-besaran. Ini merupakan kesempatan besar bagi perusahaan-perusahaan dalam negeri untuk menunjukkan kemampuannya, termasuk PT. XYZ. Dengan dikelola oleh tenaga-tenaga ahli dari Indonesia dan dengan fasilitas yang sederhana, perusahaan ini berhasil memenuhi permintaan pemerintah walaupun dengan perjuangan yang tidak mudah.

Sebelum berkembang menjadi perusahaan yang besar dan maju, PT. XYZ hanya mempunyai sebuah bengkel dengan luas tanah 4000 m² yang bertempat di desa Babakan, Kecamatan Cileungsi, Kabupaten Bogor dengan jumlah karyawannya yang masih sangat sedikit yaitu berjumlah 12 orang termasuk 2 direktur dan sekretaris, selain itu sumber daya yang dimiliki pun masih kurang memadai, seperti 4 buah mesin las 200 A, 1 buah kompresor dan bor duduk,

masing-masing 2 buah tabung las karbitan, bor tangan dan gerinda, 60 KVA listrik genset, dan 12 orang karyawan termasuk 2 direktur dan sekretaris. Pada tahun 1981, PT. XYZ dipercaya oleh pemerintah untuk membuat Asphalt Mixing Plant (AMP), yaitu merupakan suatu alat untuk membuat hot mix yang saat itu hanya diproduksi di negara Jepang. Pada tahun 1982, PT. XYZ dipindahkan ke daerah Limus Nunggal yang areanya seluas 3 Ha. Lokasi ini cukup strategis, karena selain tidak begitu jauh dari kota juga dekat dengan jalan tol Jagorawi dan jalan tol Jakarta–Cikampek. Daerah ini merupakan daerah kawasan industri yang perkembangannya sangat pesat. Perkembangan ini membuat PT. XYZ perlu menambah luas area pabrik, sehingga PT. XYZ dipindahkan dari daerah Babakan ke daerah Cileungsi, hingga sekarang dengan menempati area seluas 65 hektar. Pada tahun 1986, PT. XYZ semakin menunjukkan kemampuannya dengan mengembangkan produknya, seperti High Voltage Transmission Electric Tower, Galvanizing Plant, serta Conveyor dan Control System.

Pada tahun 1988, PT. XYZ membuat Prototype dari Passenger Boarding Bridge dan memproduksi Asphalt Finisher. Karena prestasi PT. XYZ yang mampu memproduksi alat-alat berat tersebut, maka pada tahun 1989 PT. XYZ menerima penghargaan Upakarti. Tidak itu saja, pada tahun 1990, PT. XYZ berhasil mengeksport satu set Garbarata (Boarding Bridge) ke negara Jepang. Di samping itu, PT. XYZ juga terus memperbaiki mutu produk dan berhasil mendapatkan sertifikasi ISO 9001 untuk produk Steel Tower, Boarding Bridge dan jembatan serta API Spec Q1 (sertifikasi mutu di bidang produk perminyakan) untuk produk Pompa anguk. Tahun 1995 PT. XYZ melakukan penawaran saham kepada umum (*Go Public*). Hal ini bertujuan antara lain untuk meningkatkan profesionalisme, meningkatkan kepercayaan berbagai pihak pada perusahaan dan meningkatkan kesempatan untuk mengembangkan perusahaan. Sambutan public terhadap saham PT. XYZ sangat tinggi.

3.1.2 Visi, Misi dan Tujuan PT. XYZ

Untuk memberi panduan dalam menjalankan usahanya maka manajemen PT. XYZ menetapkan visi, misi dan tujuan perusahaan yaitu:

Visi :

“Menjadi Perusahaan Nasional kelas dunia yang unggul dibidang rekayasa dan industry”

Misi :

“Ikut serta memajukan bangsa dengan menjadi Perusahaan Nasional kelas dunia yang unggul di bidang rekayasa dan konstruksi dengan mengandalkan inovasi, kreativitas dan mutu”

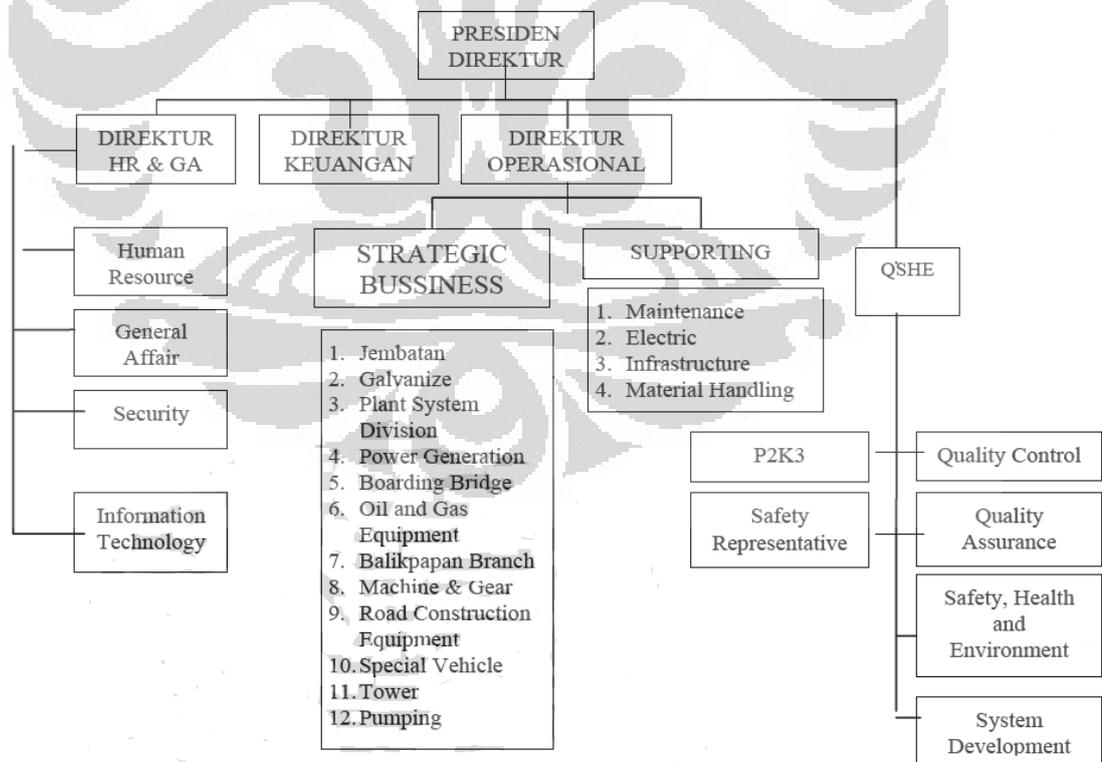
Tujuan Perusahaan :

1. Profitability Growth
2. Market share
3. Social Responsiveness

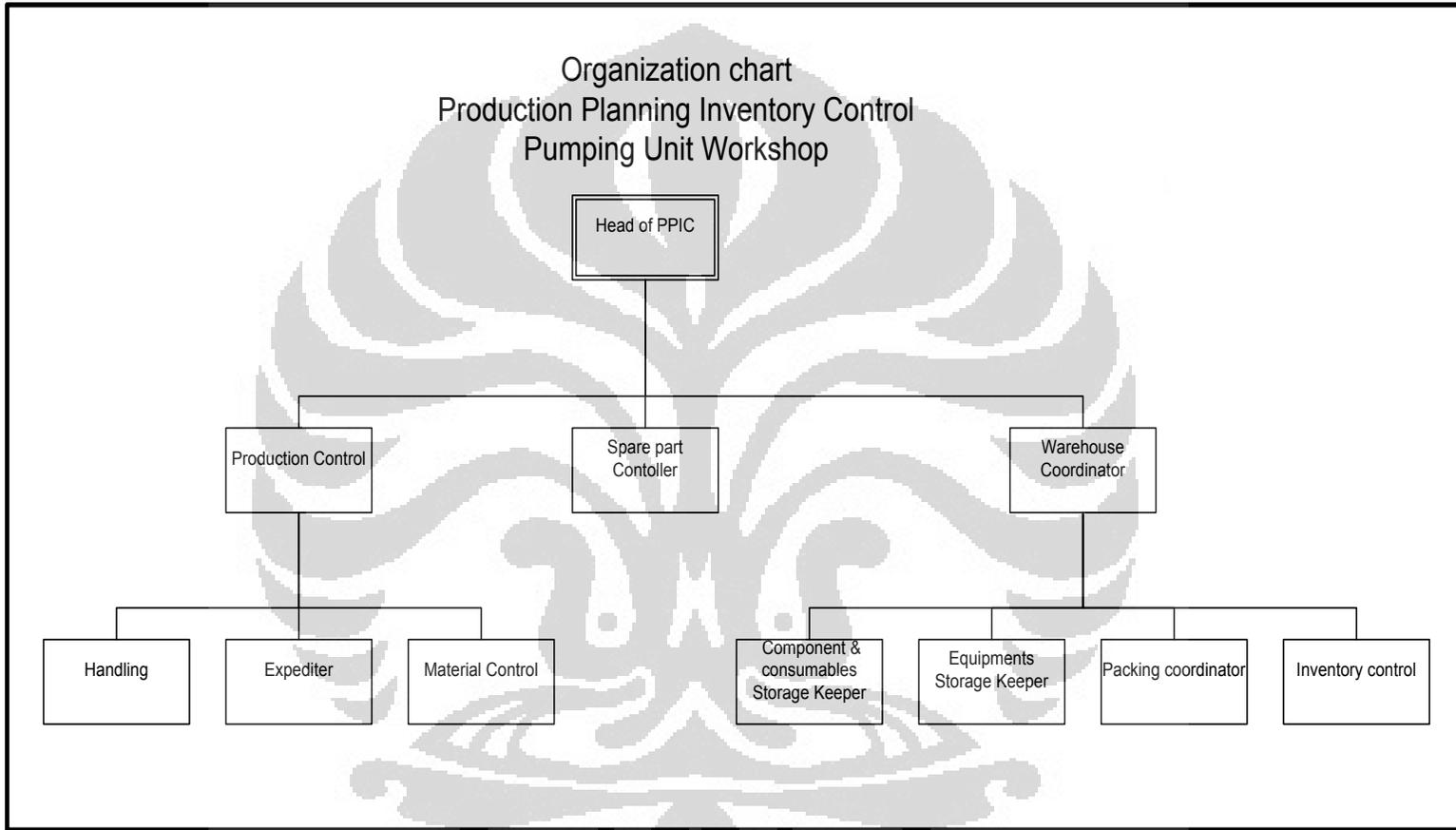
3.1.3 Struktur Organisasi

Berikut adalah struktur organisasi high level dan struktur organisasi PT.

XYZ :



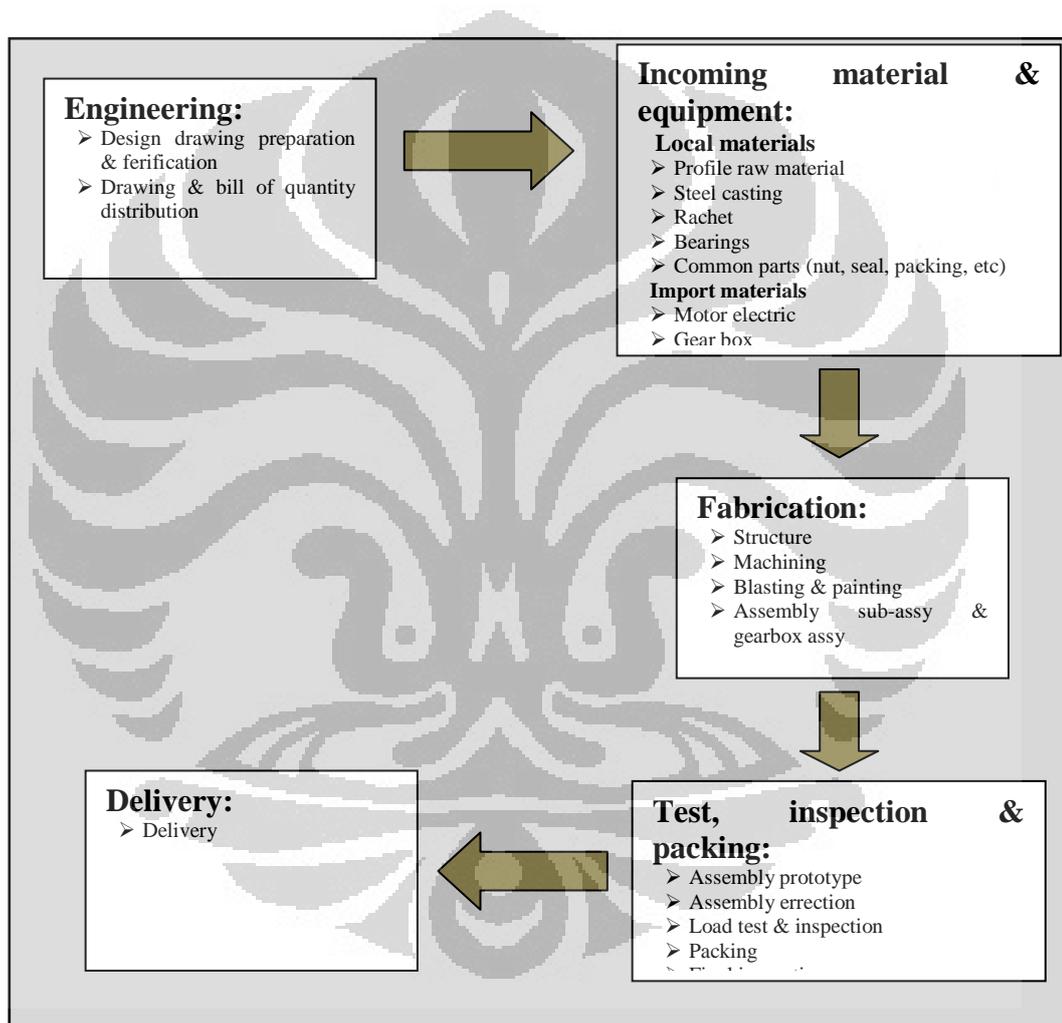
Gambar 3.1 Struktur Organisasi High Level PT. XYZ



Gambar 3.2 Struktur Organisasi Divisi pumping unit PT.XYZ

3.1.4 Aliran proses jadwal pembuatan pesanan

Divisi pumping unit pada PT .XYZ memproduksi barang dengan *Job Order* sehingga disaat ada pesanan, maka akan dibuat *planning* apa saja yang akan direncanakan beserta tenggat waktu penyelesaian pada proses pembuatan produk. Mulai dari proses menggambar, pemesanan material, inspeksi hingga pengiriman. Berikut adalah gambar proses dari flow schedule pumping unit C912-365-144.



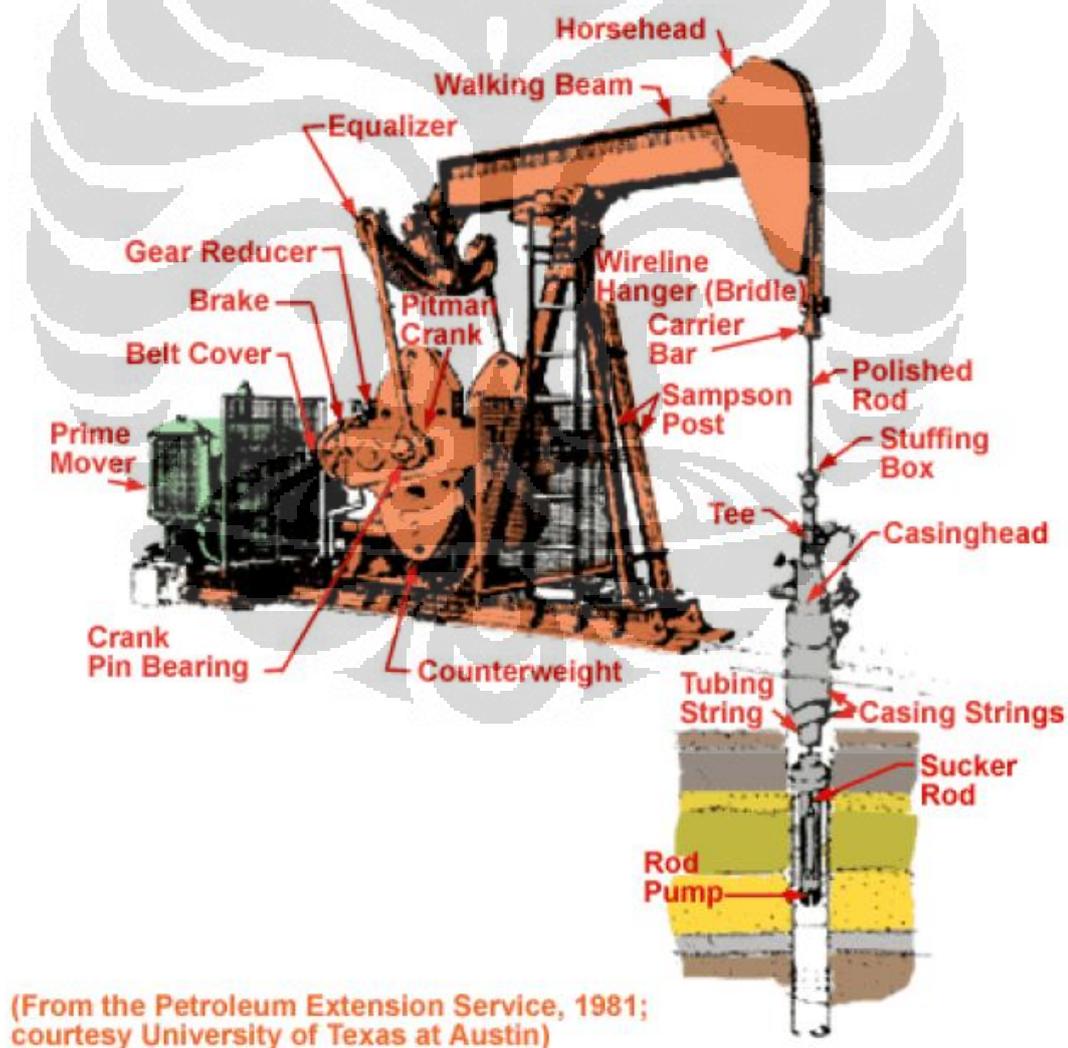
Gambar 3.3 Aliran pengerjaan pumping unit PT.XYZ

3.1.5 Observasi alat (*Pumping Unit*)

Nama produk : *Engineering Pumping Unit* (pompa sucker rod)

Mesin penggerak (*prime mover*) merupakan sumber tenaga penggerak utama dari seluruh rangkaian unit komponen pompa, baik komponen di atas permukaan maupun komponen di dalam sumur. Fungsi utama komponen pompa *sucker rod* di atas permukaan adalah:

- ◆ Memindahkan energi atau tenaga dari *prime mover* ke unit komponen pompa di dalam sumur.
- ◆ Mengubah gerak berputar dari *prime mover* menjadi suatu gerak bolak-balik naik turun.
- ◆ Mengubah kecepatan putar *prime mover* menjadi suatu langkah pemompaan (*stroke/menit*, SPM) yang sesuai atau yang diinginkan.



Gambar 3.4 Struktur alat pumping unit PT.XYZ

Komponen penyusun utama di atas permukaan sumur:

1. *Frame Base*

Frame Base adalah komponen yang secara spesifik dirancang dan dibuat untuk mendukung komponen mesin yang membutuhkan struktur rangka tanam tambahan. *Structural Frame Base* (SFB) digunakan untuk mendukung komponen mesin dan menyediakan fondasi yang tetap (*rigid*) untuk pemasangan isolator getaran, tanpa memberikan ruang untuk perbedaan gerakan yang signifikan antara komponen-komponen yang berputar. SFB membuat komponen mesin dapat distabilkan dan getaran dapat dikurangi dengan menurunkan titik beban dari komponen tersebut.

2. *Riser Box*

Riser Box adalah komponen yang berfungsi untuk memaksimalkan ruang dan batas dari produk.

3. *Counter Weight*

Counter Weight adalah sepasang pemberat yang berfungsi untuk :

- ◆ Mengubah gerakan berputar dari *prime mover* menjadi gerakan bolak-balik naik turun.
- ◆ Menyimpan tenaga *prime mover* pada saat *down-stroke* atau pada saat *counter weight* menuju ke atas yaitu pada saat kebutuhan tenaga kecil atau minimum.
- ◆ Membantu tenaga *prime mover* pada saat *up-stroke* atau saat *counter weight* bergerak ke bawah, sebesar tenaga potensialnya, karena kerja *prime mover* terbesar yang dibutuhkan adalah pada saat *up-stroke*, dimana minyak ikut terangkat ke atas atau ke permukaan.

4. *Gear Reducer*

Gear Reducer merupakan transmisi yang berfungsi untuk mengubah kecepatan putar dari *prime mover*. Gerak putaran dari *prime mover* diteruskan ke *gear reducer* dengan menggunakan belt.

5. *Crank*

Crank merupakan sepasang tangkai yang menghubungkan *crank shaft* pada *gear reducer* dengan *counter weight*. Pada *crank* ini terdapat lubang-lubang tempat kedudukan pada *pitman bearing* dan ujung bawah dari *pitman*. Besar kecilnya langkah atau *stroke* pemompaan yang diinginkan dapat diatur dari sini dengan mengubah-ubah letak ujung bawah *pitman*, bila mendekati atau menjauhi *counter weight* maupun menjauhi *counter weight*. Apabila kedudukan ujung bawah *pitman* digeser ke posisi lubang mendekati *counter weight*, maka langkah pemompaan menjadi bertambah besar, demikian pula sebaliknya apabila menjauhi *counter weight* yaitu menjauhi *crank shaft* maka langkah pemompaan menjadi kecil.

6. *Crank shaft*

Crank Shaft merupakan poros dari *crank*. Gerakan berputar yang telah diperlambat oleh *gear reducer* akan menggerakkan *crank shaft* dan *crank*.

7. *Wrist pin Bearing Assembly*

8. *Tangga (Ladder)*

Ladder adalah komponen yang berfungsi untuk membantu pemeriksaan (inspeksi) pada bagian yang tinggi dari produk *Engineering Pumping Unit* seperti *Saddle Bearing Assembly*.

9. *Samson Post*

Samson Post merupakan kaki-kaki penyangga atau penopang *walking beam*.

10. *Saddle Bearing Assembly*

Saddle Bearing Assembly adalah tempat kedudukan dari *walking beam* pada *samson post* bagian atas.

11. *Horse Head*

Horse Head adalah komponen yang berfungsi untuk meneruskan gesekan dari *walking beam* ke unit pompa di dalam sumur melalui *bridle*, *polished rod* dan *sucker rod string* atau merupakan kepala dari *walking beam* yang menyerupai bentuk kepala kuda.

12. *Wire line (bridle)*

Wire line (briddle) merupakan sepasang kabel baja yang dihubungkan pada *carrier bar*, dengan demikian *carrier bar* bergantung pada *briddle* dan *briddle* ini kemudian dihubungkan dengan *horse head*.

13. Carrier Bar

Carrier Bar merupakan komponen berfungsi sebagai penyangga *polished rod clamp*, dan pada *carrier bar* ini dikaitkan dengan *wire line hanger* yang selanjutnya dihubungkan dengan *horse head*.

14. Stuffing box

Stuffing box adalah komponen yang dipasang di atas kepala sumur (*casing/tubing head*) untuk mencegah atau menahan minyak agar tidak ikut keluar bersama dengan naik turunnya *polished rod*. Dengan demikian seluruh minyak hasil pemompaan akan mengalir ke *flow line* lewat *cross tree*. Disamping itu juga berfungsi sebagai tempat kedudukan *polished rod* sehingga *polished rod* dapat bergerak naik turun tegak lurus dengan leluasa.

15. Polished rod

Polished rod merupakan bagian dari tangki atau string pompa yang terletak paling atas. Fungsinya adalah untuk menghubungkan antara rangkaian *sucker rod* dengan komponen-komponen di atas permukaan.

16. Polished rod clamp

Polished rod clamp komponen yang terletak di atas *carrier bar* yang berfungsi untuk mengeraskan kaitan *polished rod* dengan komponen-komponen di atasnya agar tidak dapat lepas selama operasi pemompaan minyak berlangsung.

17. Walking Beam

Walking Beam merupakan tangkai horisontal di belakang *horse head*. *Walking beam* berfungsi untuk :

- ◆ Mengubah gerak berputar dari *prime mover* menjadi gerak naik turun
- ◆ Meneruskan energi pompa di dalam sumur melalui *polished rod* dan *sucker rod string*

18. Pitman

Pitman merupakan sepasang tangkai yang menghubungkan antara *crank* pada *pitman bearing* dengan ujung belakang dari *walking beam* pada *tail bearing*. Fungsinya mengubah dan meneruskan gerak berputar menjadi gerak bolak-balik naik turun dan *pitman* ini akan menggerakkan *walking beam*.

19. *Equalizer*

Equalizer adalah bagian atas dari *pitman* yang dapat bergerak secara leluasa menurut kebutuhan pada saat operasi pemompaan minyak berlangsung.

20. *Tail Bearing*

21. *Brake System*

Brake System adalah komponen yang berfungsi untuk mengerem gerakan pompa jika dibutuhkan, misalnya pada saat dilakukan reparasi sumur atau unit pompanya sendiri.

22. *Pulley*

Pulley adalah komponen yang berfungsi sebagaiudukan penerus dayaputaran mesin ke V-belt.

23. *V-Belt*

V-Belt adalah ban mesin yang dibuat dari karet yang berlapis-lapis. Penampang yang berbentuk V dan sabuk tersebut tidak berujung. V-belt digunakan untuk menyalurkan putaran dari *prime mover*.

24. *Belt Guard*

Belt Guard adalah lapisan metal yang berfungsi untuk melindungi tangan dan pakaian dari putaran *v-belt*.

25. *Frame Extension*

26. *Platform Samson Post*

Platform Samson Post adalah komponen yang berfungsi sebagai fondasi untuk *samson post*.

Seperti telah dijelaskan bahwa, fungsi pompa adalah untuk menaikkan fluida dari formasi ke dalam *tubing* dan mengangkatnya ke permukaan. Untuk maksud

tersebut suatu pompa harus terdiri beberapa komponen utama di bawah permukaan sumur, yaitu:

1. *Working barrel*

Merupakan tempat dimana *plunger* dapat bergerak naik turun sesuai dengan langkah pemompaan dan menampung minyak yang terhisap oleh *plunger* pada saat bergerak ke atas.

2. *Plunger*

Merupakan bagian dari pompa yang terdapat di dalam *barrel* yang dapat bergerak naik turun. *Plunger* ini berfungsi sebagai penghisap minyak dari formasi masuk ke dalam *barrel* dan mengangkat minyak yang telah terakumulasi dalam *barrel* ke permukaan melalui *tubing*.

3. *Standing valve*

Merupakan suatu komponen katup yang terdapat di bagian bawah dari *working barrel* yang berfungsi untuk mengalirkan minyak dari formasi masuk ke *working barrel* dan hal ini terjadi pada saat *plunger* bergerak ke atas, kemudian *standing valve* membuka. Disamping itu untuk menahan minyak agar tidak dapat keluar dari *working barrel* pada saat *plunger* bergerak ke bawah. *Standing valve* terdiri dari sebuah bola besi dan tempat dudukannya. *Standing valve* memiliki peran yang sangat penting dalam sistem pemompaan, karena efisiensi volumetris pompa sangat tergantung pada cara kerja dan bentuk dari *ball* dan *seat*-nya.

4. *Travelling valve*

Travelling valve terdiri dari *ball* dan *seat* yang terletak pada bagian bawah dari *plunger* dan akan ikut bergerak ke atas dan ke bawah mengikuti gerakan dari gerak *plunger*-nya. *Travelling valve* ini berfungsi untuk mengalirkan minyak dari *working barrel* masuk menuju *plunger*, hal seperti ini terjadi pada saat *plunger* bergerak ke bawah. Selain itu akan menahan keluarnya minyak dari *plunger* pada saat *plunger* bergerak ke atas (*up-stroke*) sehingga minyak tersebut dapat diangkat ke *tubing* yang seterusnya ke permukaan.

5. *Gas anchor*

Komponen ini dipasang pada bagian bawah pompa, fungsinya adalah memisahkan gas dari minyak agar gas tersebut tidak ikut masuk ke dalam pompa bersama-sama dengan minyak, karena dengan adanya gas akan mengurangi efisiensi pompa.

6. Tangki pompa

Tangki pompa atau *sucker rod string* terdiri dari :

◆ *Sucker rod*

Merupakan bagian dari unit pompa yang sangat penting, karena merupakan penghubung antara *plunger* dengan komponen-komponen penggerak yang ada di permukaan. Sedangkan fungsinya adalah melanjutkan gerak lurus naik turun dari *horse head* ke *plunger* pompa. Umumnya panjang satu *single* dari *sucker rod* yang sering digunakan berkisar antara 25 sampai 30 *ft*, dan untuk menghubungkan antara dua buah *sucker rod* digunakan *sucker rod coupling*.

◆ *Pony rod*

Merupakan *sucker rod* yang mempunyai ukuran panjang lebih pendek dari pada *sucker rod*-nya sendiri. Fungsinya untuk melengkapi panjang dari *sucker rod* apabila *sucker rod* tidak mencapai target yang dituju. Umumnya memiliki ukuran panjang 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 *ft*.

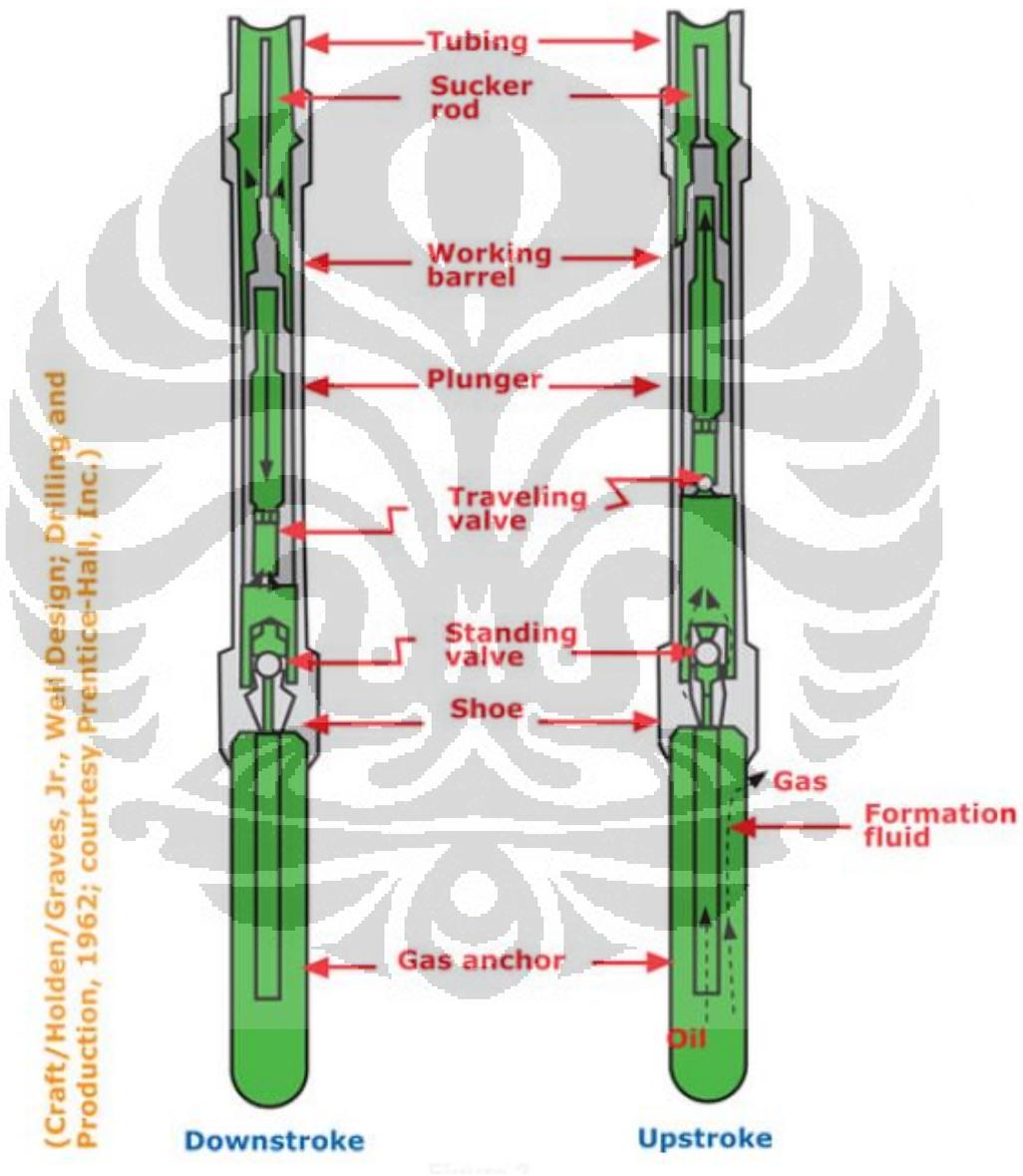
◆ *Polished rod*

Adalah tangkai yang menghubungkan *sucker rod string* dalam *carrier* (*wire line hanger* pada *horse head*) yang naik turun di dalam *stuffing box*. Pada saat *up-stroke* (langkah pompa ke atas) fluida membebani *plunger* yang menyebabkan *travelling valve* tertutup dan fluida akan mendorong dari *tubing* ke permukaan. Gerakan *plunger* ini menyebabkan penurunan tekanan di atas *standing valve*, maka *standing valve* terbuka dan fluida dari formasi masuk ke dalam pompa.

Pada saat *down-stroke* (langkah pompa ke bawah), *plunger* akan

turun dan pada saat ini *travelling valve* akan terbuka dan *standing valve* akan tertutup sehingga fluida akan bergerak dari *plunger* ke dalam *tubing*.

Seperti telah dijelaskan bahwa, fungsi pompa adalah untuk menaikkan fluida dari formasi ke dalam *tubing* dan mengangkatnya ke permukaan.



Gambar 3.5 Struktur plunger pumping unit PT.XYZ

3.1.6 *Business process*

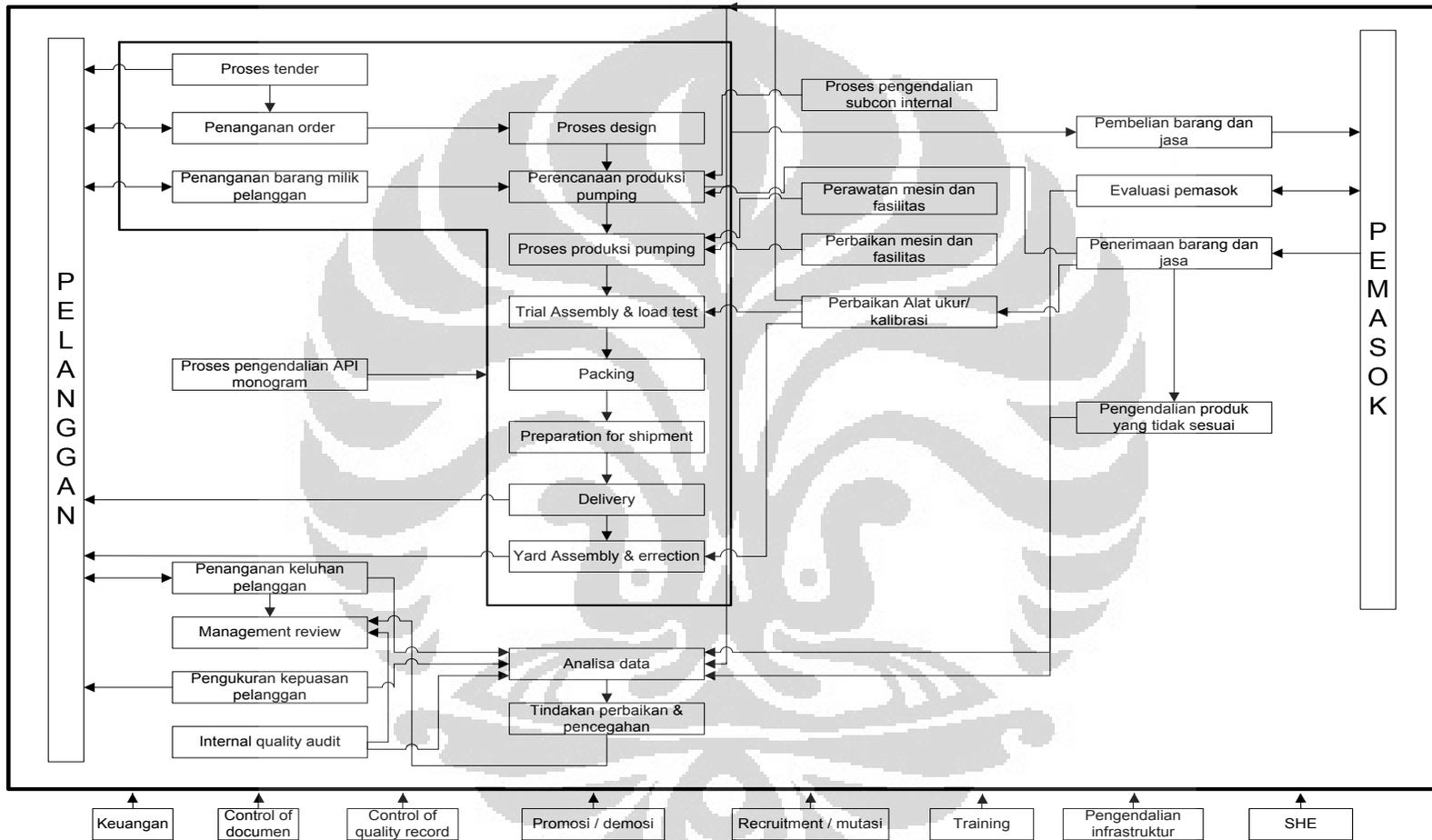
Secara garis besar bisnis proses pada divisi pumping PT. BUKAKA dapat dijelaskan sebagai berikut : pelanggan dan PT.BUKAKA melakukan tender untuk pembelian sejumlah pumping unit. Setelah tender mencapai kesepakatan kemudian dilakukan penanganan order yang selanjutnya engineering akan menggambar design yang sesuai dengan kesepakatan tender untuk dilakukan proses produksi yang akan dikerjakan di *shop*.

Shop akan memesan sejumlah komponen kepada supplier yang kemudian akan di assembly di *shop*. Setelah selesai di assembly, barang jadi akan langsung dikirimkan ke pelanggan. Apabila ditemukan ketidakpuasan pelanggan akibat ketidaksesuaian kualitas produk, teknisi akan dikirimkan ke pelanggan untuk memperbaiki dan memperbaiki komponen-komponen yang cacat/*defect*. Produksi pada shop ini bersifat *job order* sehingga marketing and sales sangat menentukan besarnya kapasitas produksi pada *shop*. Gambaran dari *business process* tersebut dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.

3.1.7 Proses produksi

PT. XYZ divisi *pumping unit* adalah sebuah perusahaan manufaktur yang bergerak dalam pembuatan alat-alat eksplorasi minyak bumi seperti pompa anguk dan pipa. Proses produksi yang dilakukan adalah berdasarkan pesanan (*job order*), dengan desain produk ditentukan oleh konsumen dalam hal ini adalah perusahaan migas. Kegiatan produksi yang dilakukan tidak rutin berbeda urutannya sesuai dengan jenis dan jumlah pesannya sehingga pengendalian produksinya menjadi lebih rumit. Pemakaian bahan baku tersebut disesuaikan dengan desain dan kesepakatan yang telah disetujui oleh customer yang tercantum dalam SIP (Standar Instruksi Pengerjaan).

Bisnis proses
Unit usaha oil & gas equipment
PT. Bukaka Teknik Utama



Gambar 3.6 Business process Divisi pumping unit PT.XYZ

Dalam proses operasi produksi ini dijelaskan bahwa untuk membuat satu buah *pumping unit* diperlukan beberapa komponen yang harus dibuat dan kemudian di-*assembly* untuk kemudian menjadi barang jadi. Disini terlihat pula bahwa komponen tersebut juga harus melalui proses *manufacturing* seperti *cutting*, *drilling*, *welding* sehingga bisa menghasilkan komponen sesuai gambar yang dibuat oleh engineering. Komponen – komponen yang dibuat antara lain *pitman*, *horse head*, *Samson post front*, *Samson post rear*, *walking beam assy*, *gear reducer assy*, *frame assy*, *equalizer*, *frame extension*, *belt guard*, *counter weight*. Keseluruh komponen ini nantinya akan menjalani *testing product* dalam bentuk sudah dirakit menjadi *pumping unit C912-365-144* kemudian setelah itu barang akan di *packing* dalam bentuk komponen terpisah yang selanjutnya akan di *delivery* ke *customer*. Secara garis besar proses produksi di PT. XYZ terdiri dari:

1. Pemotongan (*cutting*)
Memotong bahan sesuai ukuran dan bentuk yang sesuai disain. Untuk bahan besi digunakan mesin potong dan gas, untuk bahan lain disesuaikan dengan jenis bahan.
2. Permesinan (*machining*)
Memproses bahan dengan pengerjaan mesin sesuai disain yang dikehendaki, antara lain bubut, skrap, dan gerinda.
3. Pengelasan (*welding*)
Menyambung besi dengan mesin las listrik dan elektroda atau dengan las argon.
4. Pengecatan (*painting*)
Proses pelapisan permukaan besi yang telah bebas dari karat dengan cat yang terdiri dari car dasar dan cat luar.
5. Perakitan (*assembling*)
Merakit komponen-komponen menjadi satu kesatuan yang lebih besar untuk memudahkan pengiriman.
6. Pengepakan (*packing*)
Mengikat barang atau memasukan barang dalam kotak kayu.
7. Pembuatan ulir (*Tapping*)
Membuat lubang ulir untuk mengencangkan baut

8. Pengiriman barang ke pemesan (*delivery*).

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan selama 2 bulan, yaitu dari tanggal 19 Maret sampai dengan 19 April 2012. Pengambilan data dilakukan dengan berbagai metode diantaranya dengan metode pengamatan. Metode ini ditempuh dengan mengamati kondisi perusahaan. Kemudian metode pengumpulan data. Metode ini dilaksanakan dengan mengumpulkan data dari *checksheet* hasil inspeksi harian. Lalu metode menganalisis dan mengklasifikasi data yang dijalani dengan wawancara pihak terkait serta metode memperoleh data historis.

3.2.1 Data yang dibutuhkan

Dalam menyelesaikan penelitian untuk tugas akhir, tentunya dibutuhkan data-data untuk diolah sesuai dengan kebutuhannya. Berikut ini adalah data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

1. Jenis spesifikasi produk
2. Proses produksi yang dilewati
3. Spesifikasi biaya akibat ketidaksesuaian produksi
4. Frekuensi dari tiap kegagalan yang terjadi
5. Sumber proses dari kejadian ketidaksesuaian proses produksi tersebut
6. Status tindakan dari kegagalan tersebut
7. Biaya yang terbuang akibat ketidaksesuaian proses produksi tersebut.
8. Data penyebab ketidaksesuaian produksi
9. Data-data yang memperlihatkan terganggunya proses produksi sebagai akibat dari ketidaksesuaian pada proses produksi seperti *time to repair & production delay*
10. Kuisisioner yang akan diisi oleh para ahli dari pihak perusahaan untuk menentukan kriteria-kriteria struktur hirarki MAFMA.

3.2.2 Tahap pengumpulan data

Dalam suatu penelitian, tahap pengumpulan data merupakan salah satu tahap yang penting. Dalam melakukan proses pengumpulan data ini, setiap data yang dibutuhkan harus dapat didefinisikan dengan baik, sehingga proses pengambilan data pun tidak dilakukan dengan sia-sia. data yang didapatkan memang benar-benar data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Adapun teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari 3 macam, yaitu:

1. Studi literatur

Tahap pertama yang dilakukan adalah mempelajari tentang teori dan topik yang akan dibahas. Dalam proses ini, semua teori yang berhubungan dengan topic “Kegagalan dalam proses produksi” dikumpulkan dari berbagai sumber; buku, jurnal, internet, dll.

2. Pengamatan secara langsung

Pengamatan secara langsung dilapangan bertujuan untuk mempelajari bagaimana proses produksi dalam setiap tahapnya berlangsung serta mengamati bagaimana material-material itu digunakan. Selanjutnya adalah melihat contoh kegagalan atau ketidaksesuaian yang terjadi beserta jenis-jenis dan penyebabnya.

3. Pengumpulan data historis

Tahap pengumpulan data historis merupakan tahap yang paling penting dalam penelitian ini, karena dari data historis itulah diketahui jenis-jenis ketidaksesuaian, sumber prosesnya, jumlah serta spesifikasinya, hingga biaya akibat ketidaksesuaian pada proses produksi tersebut yang merupakan salah satu data dokumentasi departemen *Quality Control (QC)*.

4. Wawancara dan Tanya jawab

Wawancara dan Tanya jawab ini dilakukan dengan berbagai pihak yang berhubungan dengan material dan proses produksi produk.

Peneliti kurang lebih sudah mewawancarai 5 orang yang terdiri dari departemen berbeda, yaitu Kepala divisi *pumping unit*, Departemen PPIC, dan Departemen *Quality Control*. Sementara kegiatan tanya jawab secara singkat telah dilakukan dengan pekerja, baik dari Departemen PPIC maupun dari Departemen *Quality Control*. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran atau uraian tentang kuantitas atau jenis-jenis kegagalan yang pernah terjadi di lapangan, sumber dan penyebabnya berdasarkan pengetahuan masing-masing orang.

5. Penyebaran kuisisioner

Penyebaran kuisisioner dilakukan untuk menentukan *judgement* dalam memutuskan pembobotan pada kriteria MAFMA.

3.2.3 Objek Penelitian

Seperti yang telah dijelaskan diatas, PT XYZ memproduksi berbagai jenis alat-alat untuk mengeksplorasi minyak bumi. Dalam penelitian ini akan difokuskan pada produk *Pumping Unit* untuk diteliti mulai dari penyebab kegagalan atau ketidaksesuaian hingga dampak atau akibat yang ditimbulkan.

Oleh karena jumlah produksi *Pumping Unit* yang tidak tentu dan berdasarkan jumlah order dari pelanggan, maka peneliti diminta oleh pihak perusahaan untuk mengambil satu jenis *Pumping Unit* saja dari seri C114 yang diproduksi berjumlah 40 unit pada periode 2010/2011. Hal ini didasari bahwa seri C114 ini akan kembali dipesan oleh pelanggan dan produksinya akan dimulai pada bulan Juni 2012. Dalam hal ini, penting bagi penulis dan pihak perusahaan untuk menyelesaikan laporan ini sebelum bulan Juni tahun 2012.

3.2.4 Data laporan ketidaksesuaian

Data laporan ketidaksesuaian atau data cacat produksi yang diambil oleh peneliti merupakan hasil dari data historis perusahaan dalam hal ini merupakan *order pumping unit* yang di produksi pada periode Januari 2010 hingga Desember 2010.

DATA STATUS NON CONFORMANCE REPORT PUMPING UNIT PERIODE JANUARI 2010 s/d DESEMBER 2010

PT.XYZ

Type : C114

Quantity : 40 unit

Tabel 3.1 Data status non conformance produksi *pumping unit*

RESUME	QTY	SUMBER
Box EQ BRG.ASSY1R, No Gbr TB-LF-BG1RA-4 Lubang u/ bearing masih minus	2	Proses Machining
Base CTB BRG 2TG, No Gbr SB-LF-2TG-3 Lubang u/ bearing blong	1	Proses Machining
Base CTB BRG 2TG, No Gbr SB-LF-2TG-3 Lubang u/ bearing masing minus	3	Proses Machining
Casting High Speed Gear P/N D114GA-36 Retak/pecah pada area u/ gigi	1	Proses Hardening
Material Wf 350x175 pada dimensi flange dan web tidak sesuai spec	10	Proses incoming
Terjadi deformasi pada frame base control room MV & LV	2	Proses Welding
Proses painting pada lantai prehidration tank tidak sesuai procedure	1	Proses Painting
Wire rope u/ No. Gbr M4408-000-c-000 Tidak sesuai pesanan	4	Proses incoming
Dimensi casting High Speed gear No. Gbr 228GL-228 tidak sesuai gambar	10	Proses Design
Crank No. Gbr M4104-000-C-000 alur key off side & step u/ lobang sleeve blong	1	Proses Machining
Kedatangan material tidak sesuai dengan target yang ada pada DKM	1	Proses incoming
Tubing Off level tidak dapat di Assembly terhadap oil level/ ulirnya berbeda	20	Proses Tap
Dimensi alur key pada output shaft gear reducer tidak sejaja R/L	22	Proses Machining
Hole/lubang baut pada gear reducer tidak center ditengah	9	Proses Machining
Kedalaman alur key pada output shaft gear reducer tidak standard	22	Proses Machining
Siku 120x120 pada frame extension (R/L) kependekan/salah design	20	Proses Design
Spare Part HS Pinion 114 American setelah di Assembly tidak taching dengan gear original	1	Proses Machining
Spare Part Bronze tidak dapat di Assembly	1	Proses Design
Spare Part Bronze untuk gear box Luftkin tidak dapat di Assembly	1	Proses Design
Spare Part Wire Line Φ 1 1/8" tidak dapat dipakai ke Horse Head C114	1	Proses Assy
Diameter lubang spare parts H.S gear kurang besar	1	Proses Design

Data diatas menunjukkan jumlah atau kuantitas dari masing-masing kegagalan. Dari tabel ini pula dapat kita ketahui dari proses apa kegagalan itu berasal. Selain itu tabel dibawah ini juga memberikan informasi mengenai status dari kegagalan tersebut apakah part tersebut bisa diperbaiki, masih bisa digunakan ataupun harus menjadi barang *reject* yang harus dibuang sehingga menjadi *waste*.

Tabel 3.2 Data status kegagalan produksi *pumping unit*

RESUME	STATUS	SOLUSI
Box EQ BRG.ASSY1R, No Gbr TB-LF-BG1RA-4 Lubang u/ bearing masih minus	Repair	Dikembalikan ke supplier dan di repair
Base CTB BRG 2TG, No Gbr SB-LF-2TG-3 Lubang u/ bearing blong	Reject	Dikembalikan ke supplier dan di ganti yang baru
Base CTB BRG 2TG, No Gbr SB-LF-2TG-3 Lubang u/ bearing masing minus	Repair	Dikembalikan ke supplier dan di repair
Casting High Speed Gear P/N D114GA-36 Retak/pecah pada area u/ gigi	Reject	Dikembalikan ke supplier dan di ganti yang baru
Material Wf 350x175 pada dimensi flange dan web tidak sesuai spec	Alternative Use	Material masih dapat dipakai
Terjadi deformasi pada frame base control room MV & LV	Repair	Di bongkar dan setting ulang
Proses painting pada lantai prehidration tank tidak sesuai procedure	Repair	Cat pada lantai dikupas dan diproses ulang
Wire rope u/ No. Gbr M4408-000-c-000 Tidak sesuai pesanan	Reject	Dikembalikan ke supplier dan diganti baru
Dimensi casting High Speed gear No. Gbr 228GL-228 tidak sesuai gambar	Repair	Di repair dengan weld menggunakan CIN-1
Crank No. Gbr M4104-000-C-000 alur key off side & step u/ lobang sleeve blong	Repair	Di repair dengan weld menggunakan CIN-2
Kedatangan material tidak sesuai dengan target yang ada pada DKM	Alternative Use	Target pada DKM
Tubing Off level tidak dapat di Assembly terhadap oil level/ ulirnya berbeda	Repair	Lubang baut pada oil level di tap ulang
Dimensi alur key pada output shaft gear reducer tidak sejaja R/L	Repair	Key crank masih modifikasi/penyesuaian
Hole/lubang baut pada gear reducer tidak center ditengah	Repair	Lubang baut pada riser blok oval
Kedalaman alur key pada output shaft gear reducer tidak standard	Repair	key crank masih dapat diassemble
Siku 120x120 pada frame extension (R/L) kependekan/salah design	Repair	Drawing direvisi dan repair frame extension
Spare Part HS Pinion 114 American setelah di Assembly tidak taching dengan gear original	Reject	Dikembalikan ke supplier dan di ganti yang baru
Spare Part Bronze tidak dapat di Assembly	Repair	Komponen di repair di Bukaka
Spare Part Bronze untuk gear box Luftkin tidak dapat di Assembly	Repair	Komponen di repair di Bukaka
Spare Part Wire Line Φ 1 1/8" tidak dapat dipakai ke Horse Head C114	Alternative Use	Saat Assembly agar melihat drawing
Diameter lubang spare parts H.S gear kurang besar	Repair	Komponen di repair di Bukaka

Sementara itu didapatkan pula data rekapitulasi biaya akibat ketidaksesuaian pada *pumping unit*. Dari sini peneliti dapat mengetahui biaya-biaya yang harus ditanggung oleh pihak perusahaan akibat adanya ketidaksesuaian/kegagalan pada proses produksi. Berikut adalah tabel 3.3 yang menunjukkan biaya dari masing-masing kegagalan.

Tabel 3.3 Data biaya akibat ketidaksesuaian produksi *pumping unit*

NCR NO.	RESUME	Cost
001/NCR/PHP/II/06	Box EQ BRG.ASSY1R, No Gbr TB-LF-BG1RA-4 Lubang u/ bearing masih minus	Rp246,510.00
002/NCR/PHP/II/06	Base CTB BRG 2TG, No Gbr SB-LF-2TG-3 Lubang u/ bearing blong	Rp560,000.00
003/NCR/PHP/II/06	Base CTB BRG 2TG, No Gbr SB-LF-2TG-3 Lubang u/ bearing masing minus	Rp433,940.00
004/NCR/PHP/III/06	Casting High Speed Gear P/N D114GA-36 Retak/pecah pada area u/ gigi	Rp1,500,000.00
005/NCR/PHP/11/06	Material Wf 350x175 pada dimensi flange dan web tidak sesuai spec	Rp0.00
006/NCR/PHP/IV/06	Terjadi deformasi pada frame base control room MV & LV	Rp800,100.00
007/NCR/PHP/IV/06	Proses painting pada lantai prehidration tank tidak sesuai procedure	Rp177,300.00
008/NCR/PHP/V/06	Wire rope u/ No. Gbr M4408-000-c-000 Tidak sesuai pesanan	Rp560,000.00
009/NCR/PHP/V/06	Dimensi casting High Speed gear No. Gbr 228GL-228 tidak sesuai gambar	Rp12,098,900.00
010/NCR/PHP/VI/06	Crank No. Gbr M4104-000-C-000 alur key off side & step u/ lobang sleeve blong	Rp484,850.00
011/NCR/PHP/VII/06	Kedatangan material tidak sesuai dengan target yang ada pada DKM	Rp0.00
012/NCR/PHP/XII/06	Tubing Off level tidak dapat di Assembly terhadap oil level/ ulirnya berbeda	Rp2,334,500.00
013/NCR/PHP/XII/06	Dimensi alur key pada output shaft gear reducer tidak sejaja R/L	Rp6,574,600.00
014/NCR/PHP/XII/06	Hole/lubang baut pada gear reducer tidak center ditengah	Rp1,338,200.00
015/NCR/PHP/XII/06	Kedalaman alur key pada output shaft gear reducer tidak standard	Rp11,474,800.00
016/NCR/PHP/XII/06	Siku 120x120 pada frame extension (R/L) kependekan/salah design	Rp5,554,092.00
005/NCR/DR/II/06	Spare Part HS Pinion 114 American setelah di Assembly tidak taching dengan gear original	Rp2,475,000.00
006/NCR/DR/VII/06	Spare Part Bronze tidak dapat di Assembly	Rp283,800.00
007/NCR/DR/VI/06	Spare Part Bronze untuk gear box Luftkin tidak dapat di Assembly	Rp221,070.00
008/NCR/DR/VII/06	Spare Part Wire Line Φ 1 1/8" tidak dapat dipakai ke Horse Head C114	Rp0.00
009/NCR/DR/VII/06	Diameter lubang spare parts H.S gear kurang besar	Rp292,250.00

Selain data-data yang diberikan diatas, pihak perusahaan juga memberikan data tambahan berupa waktu *delay* sebagai dampak dari kegagalan tersebut yang terdiri dari waktu untuk memperbaiki part dan waktu tunggu operasi. Berikut adalah tabel 3.4 yang menunjukkan waktu delay akibat dari kegagalan pada proses produksi *pumping unit*

3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data pada bab ini, dilakukan setelah pengumpulan data sudah lengkap. Pengolahan data pada penelitian ini dibagi ke dalam 3 bagian besar yaitu:

1. Pengolahan dengan FMEA dengan menggunakan Ms. Excel 2007.
2. Pengolahan dengan AHP dengan menggunakan Expert Choice 11.
3. Pengolahan dengan MAFMA dengan menggunakan Ms. Excel 2007.

Data yang terkumpul dan sudah lengkap tersebut pertama-tama diolah dengan metode FMEA kemudian diolah dengan metode MAFMA (Multi Attribute Failure Mode Analysis) dengan pendekatan AHP dan menggunakan *tools* yang berupa diagram pareto untuk dapat melihat permasalahan yang dihadapi.

3.3.1 Penentuan prioritas penanganan kegagalan

Langkah awal pada penelitian ini adalah memprioritaskan masalah dengan menggunakan diagram pareto. Pembuatan diagram pareto dilakukan dengan ukuran jumlah kegagalan yang terjadi pada proses produksi. Hal ini didasari pada hasil diskusi oleh para ahli PT. XYZ dikarenakan proses produksi akan semakin terganggu bila jumlah kegagalan semakin banyak. Pada tahap ini terdapat dua tahapan pareto dalam menyaring masalah yang akan diselesaikan. Tahap pertama adalah membuat diagram pareto berdasarkan proses. Pada tahap pertama ini akan diprioritaskan proses-proses mana saja yang bermasalah. Tahap kedua adalah membuat pareto berdasarkan jenis-jenis pada proses yang memiliki masalah dominan yang merupakan hasil dari pareto sebelumnya

Langkah pertama adalah membuat diagram pareto berdasarkan proses. Berikut ini adalah tabel 3.5 yang merupakan daftar proses yang bermasalah pada proses produksi *pumping unit*.

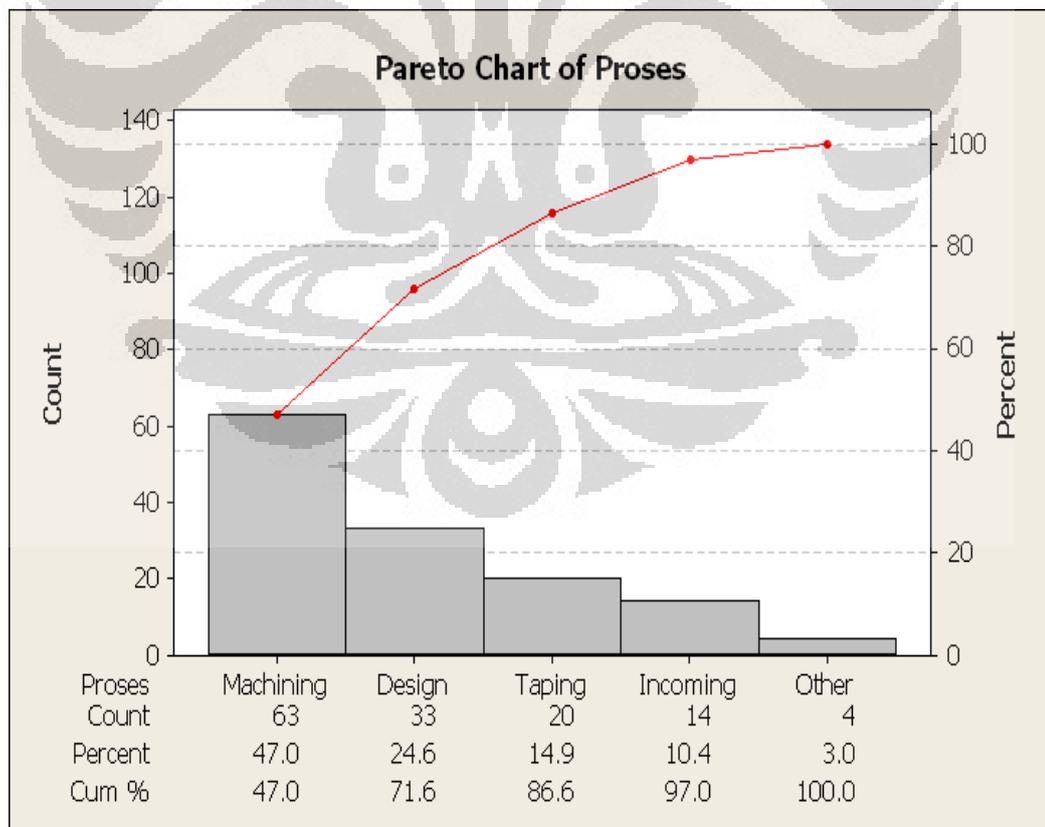
Tabel 3.4 Data waktu *delay* akibat ketidaksesuaian produksi *pumping unit*

NCR NO.	RESUME	Kode Prod.	Total Time to Repair (hour)	Operation Delay	
				Production Status	Time (Day)
001/NCR/PHP/II/06	Box EQ BRG.ASSY1R, No Gbr TB-LF-BG1RA-4 Lubang u/ bearing masih minus	P.088	1.00	Assembly	1.00
002/NCR/PHP/II/06	Base CTB BRG 2TG, No Gbr SB-LF-2TG-3 Lubang u/ bearing blong	P.088	0.00	Reject	0.00
003/NCR/PHP/II/06	Base CTB BRG 2TG, No Gbr SB-LF-2TG-3 Lubang u/ bearing masing minus	P.088	2.00	Assembly	1.00
004/NCR/PHP/III/06	Casting High Speed Gear P/N D114GA-36 Retak/pecah pada area u/ gigi	P.088	0.00	Reject	0.00
005/NCR/PHP/II/06	Material Wf 350x175 pada dimensi flange dan web tidak sesuai spec	P.918	0.00	Alternative Use	0.00
006/NCR/PHP/IV/06	Terjadi deformasi pada frame base control room MV & LV	P.919	2.00	Welding	1.00
007/NCR/PHP/IV/06	Proses painting pada lantai prehidration tank tidak sesuai procedure	P.918	0.50	Painting	0.00
008/NCR/PHP/V/06	Wire rope u/ No. Gbr M4408-000-c-000 Tidak sesuai pesanan	P.088	0.00	Reject	0.00
009/NCR/PHP/V/06	Dimensi casting High Speed gear No. Gbr 228GL-228 tidak sesuai gambar	P.088	16.00	Assembly	3.00
010/NCR/PHP/VI/06	Crank No. Gbr M4104-000-C-000 alur key off side & step u/ lobang sleeve blong	P.093	1.00	Assembly	1.00
011/NCR/PHP/VII/06	Kedatangan material tidak sesuai dengan target yang ada pada DKM	P.093	0.00	Alternative Use	0.00
012/NCR/PHP/XII/06	Tubing Off level tidak dapat di Assembly terhadap oil level/ ulirnya berbeda	P.088	8.00	Assembly	2.00
013/NCR/PHP/XII/06	Dimensi alur key pada output shaft gear reducer tidak sejaja R/L	P.088	16.00	Assembly	5.00
014/NCR/PHP/XII/06	Hole/lubang baut pada gear reducer tidak center ditengah	P.088	4.00	Assembly	1.00
015/NCR/PHP/XII/06	Kedalaman alur key pada output shaft gear reducer tidak standard	P.088	16.00	Assembly	5.00
016/NCR/PHP/XII/06	Siku 120x120 pada frame extension (R/L) kependekan/salah design	P.088	4.00	Machining	1.00
005/NCR/DR/II/06	Spare Part HS Pinion 114 American setelah di Assembly tidak taching dengan gear original	P.088	0.00	Reject	0.00
006/NCR/DR/VII/06	Spare Part Bronze tidak dapat di Assembly	P.088	0.50	Assembly	1.00
007/NCR/DR/VI/06	Spare Part Bronze untuk gear box Luftkin tidak dapat di Assembly	P.088	0.20	Assembly	1.00
008/NCR/DR/VII/06	Spare Part Wire Line Φ 1 1/8" tidak dapat dipakai ke Horse Head C114	P.088	0.00	Alternative Use	0.00
009/NCR/DR/VII/06	Diameter lubang spare parts H.S gear kurang besar	P.088	0.50	Machining	1.00

Tabel 3.5 Jumlah kegagalan potensial berdasarkan proses

Proses	Quantity
Machining	63
Design	33
Incoming	14
Taping	20
Assembly	1
Welding	2
Painting	1

Setelah terkumpul daftar proses yang bermasalah maka selanjutnya dibuat diagram pareto. Berikut ini adalah gambar 3.8 yang merupakan hasil dari digram pareto berdasarkan seluruh proses produksi.

**Gambar 3.8** Pareto jumlah kegagalan berdasarkan proses

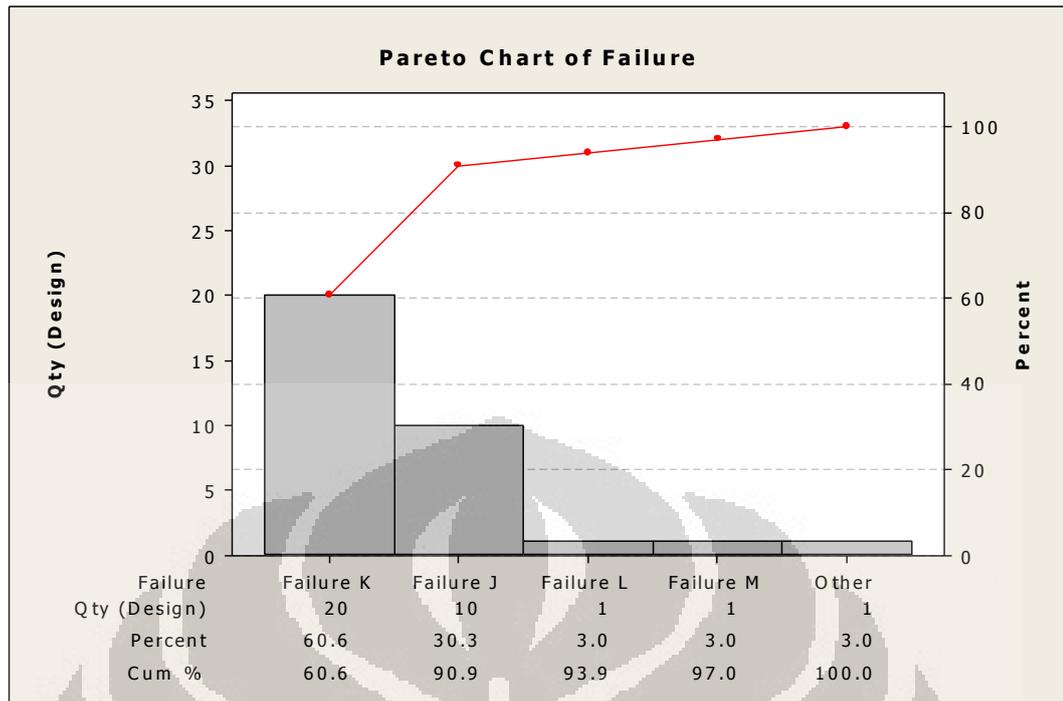
Dapat dilihat pada hasil diatas bahwa proses yang memiliki dampak dominan pada proses produksi adalah proses *Machining*, proses *design*, dan proses *taping*. Dari gambar diatas juga dapat dilihat bahwa proses *machining* menyumbang penyebab kegagalan terbanyak yaitu sebesar 47%,kemudian proses *design* 24.6% dan proses *taping* sebesar 14.9%. Ketiga proses tersebut menyumbang 86.6% permasalahan pada proses produksi perusahaan.

Langkah kedua adalah membuat pareto berdasarkan jenis-jenis prosesnya. Pertama-tama akan dibuat diagram pareto berdasarkan proses *design*. Berikut ini adalah daftar ketidaksesuaian yang terjadi pada proses *design* yang dapat dilihat pada tabel 3.6 dibawah ini.

Tabel 3.6 Daftar kegagalan pada proses *design*

Failure Code	LIST OF FAILURE	QTY
Failure J	Dimensi casting High Speed gear No. Gbr 228GL-228 tidak sesuai gambar	10
Failure K	Siku 120x120 pada frame extension (R/L) kependekan/salah design	20
Failure L	Spare Part Bronze tidak dapat di Assembly	1
Failure M	Spare Part Bronze untuk gear box Luftkin tidak dapat di Assembly	1
Failure N	Diameter lubang spare parts H.S gear kurang besar	1

Kemudian, pada gambar 3.9 dibawah ini akan dilihat hasil dari pembuatan pareto berdasarkan proses *design*.



Gambar 3.9 Pareto jumlah kegagalan berdasarkan proses design

Setelah dibuat diagram pareto, maka penulis mengambil 2 masalah yang paling dominan pada diagram pareto tersebut dan 2 masalah tersebut ternyata menyumbang 90.9% masalah pada kegagalan di proses design. Masalah yang dominan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.7 dibawah ini

Tabel 3.7 Daftar kegagalan potensial berdasarkan proses design

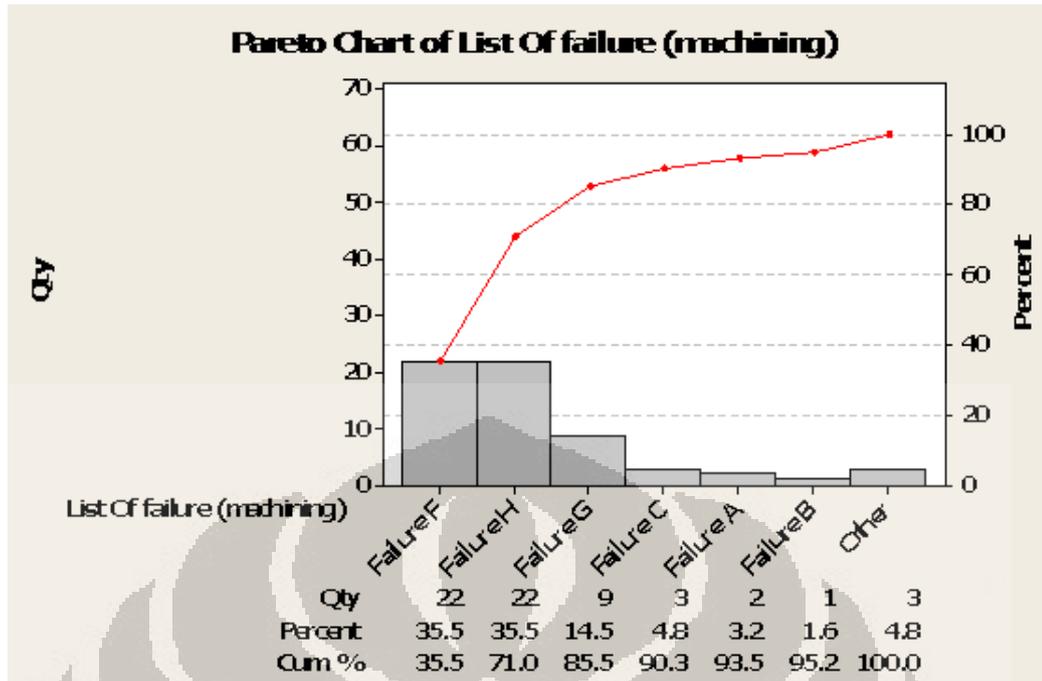
No.	Jenis kegagalan
1	Dimensi casting High Speed gear No. Gbr 228GL-228 tidak sesuai gambar
2	Siku 120x120 pada frame extension (R/L) kependekan/salah design

Setelah itu penulis kembali membuat diagram pareto pada proses *machining*. Pada tabel 3.8 dibawah ini diperlihatkan daftar ketidaksesuaian yang terjadi pada proses *machining*.

Tabel 3.8 Daftar kegagalan berdasarkan proses *machining*

Failure Code	LIST OF FAILURE	QTY
Failure A	Box EQ BRG.ASSY1R, No Gbr TB-LF-BG1RA-4 Lubang u/ bearing masih minus	2
Failure B	Base CTB BRG 2TG, No Gbr SB-LF-2TG-3 Lubang u/ bearing blong	1
Failure C	Base CTB BRG 2TG, No Gbr SB-LF-2TG-3 Lubang u/ bearing masing minus	3
Failure D	Casting High Speed Gear P/N D114GA-36 Retak/pecah pada area u/ gigi	1
Failure E	Crank No. Gbr M4104-000-C-000 alur key off side & step u/ lobang sleeve blong	1
Failure F	Dimensi alur key pada output shaft gear reducer tidak sejaja R/L	22
Failure G	Hole/lubang baut pada gear reducer tidak center ditengah	9
Failure H	Kedalaman alur key pada output shaft gear reducer tidak standard	22
Failure I	Spare Part HS Pinion 114 American setelah di Assembly tidak taching dengan gear original	1

Selanjutnya pada gambar 3.10 dibawah ini akan dilihat hasil dari pembuatan pareto berdasarkan proses *machining*. Pengolahan data dengan diagram pareto ini menggunakan software *minitab 14*.



Gambar 3.10 Pareto jumlah kegagalan berdasarkan proses Machining

Setelah itu dibuat diagram pareto seperti pada tahap proses design diatas, maka penulis mengambil 3 masalah yang paling dominan pada diagram pareto tersebut dan 3 masalah tersebut menyumbang 85.5% masalah pada kegagalan di proses *machining*. Masalah yang dominan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.9 dibawah ini

Tabel 3.9 Daftar kegagalan potensial berdasarkan proses *machining*

No.	Jenis kegagalan
1	Dimensi alur key pada output shaft gear reducer tidak sejaja R/L
2	Hole/lubang baut pada gear reducer tidak center ditengah
3	Kedalaman alur key pada output shaft gear reducer tidak standard

Khusus pada proses tapping, karena hanya mempunyai satu jenis kejadian maka tidak diperlukan penentuan prioritas. Jenis kegagalan yang terjadi pada proses tapping adalah “Tubing Off level tidak dapat di Assembly terhadap oil level/ ulirnya berbeda”

Setelah menentukan prioritas dengan diagram pareto diatas, maka enam jenis kegagalan yang cukup mengganggu dan harus mendapat perhatian utama. Jenis kegagalan tersebut data dilihat pada tabel 3.10 dibawah ini.

Tabel 3.10 Daftar kegagalan potensial pada proses produksi

No.	Process	List of potential failure
1	Machining	Dimensi alur key pada output shaft gear reducer tidak sejaja R/L
2	Machining	Hole/lubang baut pada gear reducer tidak center ditengah
3	Machining	Kedalaman alur key pada output shaft gear reducer tidak standard
4	Design	Dimensi casting High Speed gear No. Gbr 228GL-228 tidak sesuai gambar
5	Design	Siku 120x120 pada frame extension (R/L) kependekan/salah design
6	Taping	Tubing Off level tidak dapat di Assembly terhadap oil level/ ulirnya berbeda

3.3.2 Pembuatan form FMEA

Setelah kita membuat diagram pareto dan mendapatkan daftar penyebab kegagalan potensial, kemudian langkah selanjutnya adalah membuat form FMEA untuk menganalisa penyebab-penyebab dari masing-masing tipe insiden yang terpilih. Namun sebelum membuat tabel FMEA, terlebih dahulu kita menentukan skala yang digunakan untuk menilai masing-masing penyebab. Skala yang ditentukan adalah adalah 1-10. Hal ini dilakukan agar perhitungan menjadi lebih detail. Skala penilaian menggunakan ISO27k Toolkit yang telah disesuaikan berdasarkan hasil dari diskusi para ahli yang terdiri dari Kepala Divisi *Pumping Unit*, kepala departemen PPIC, wakil kepala departemen PPIC, Kepala departemen *Quality Control*, wakil kepala departemen *Quality Control* agar sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Skala penilaian dan parameter masing-masing variable dapat dilihat pada tabel 3.12, 3.13, 3.11, berikut ini.

Tabel 3.11 Parameter Variable *Severity*

Effect	SEVERITY of Effect	Ranking
Catastrophic	Kegagalan memberi efek mengganggu proses produksi secara total tanpa ada peringatan terlebih dahulu dan langsung menjadi <i>waste</i>	10
Extreme	Kegagalan memberi efek mengganggu proses produksi secara total dengan perbaikan 25-50% pada bagian produk	9
Very High	Kegagalan memberi efek yang mengganggu yang tidak dapat diperbaiki pada proses produksi dengan perbaikan 10-25% pada bagian produk	8
High	Kegagalan memberi efek mengganggu 80%-50% dari kegiatan proses produksi	7
Moderate	Kegagalan memberi efek mengganggu 50%-25% dari kegiatan proses produksi	6
Low	Kegagalan memberi efek mengganggu 25%-10% dari kegiatan proses produksi	5
Very Low	Kegagalan memberi efek major pada proses produksi	4
Minor	Kegagalan memberi efek minor pada proses produksi	3
Very Minor	Kegagalan memberi efek pada proses produksi	2
None	Tidak ada dampak	1

Tabel 3.12 Parameter Variable *Occurrence*

PROBABILITY of Failure	Failure Probability	Ranking
Very High: Failure is almost inevitable	>1 in 2	10
	1 in 2	9
High: Repeated failures	1 in 3	8
	1 in 4	7
Moderate: Occasional failures	1 in 6	6
	1 in 8	5
	1 in 10	4
Low: Relatively few failures	1 in 14	3
	1 in 18	2
Remote: Failure is unlikely	<1 in 18	1

Tabel 3.13 Parameter Variable *Detection*

Detection	Likelihood of DETECTION	Ranking
Absolute Uncertainty	Kontrol tidak dapat mencegah / mendeteksi penyebab potensial / mekanisme dan modus kegagalan berikutnya	10
Very Remote	Kontrol sangat sulit mencegah / mendeteksi penyebab potensial / mekanisme dan modus kegagalan berikutnya	9
Remote	Kontrol saat ini sulit mencegah / mendeteksi penyebab potensial / mekanisme dan modus kegagalan berikutnya	8
Very Low	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat rendah	7
Low	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan rendah	6
Moderate	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang	5

Tabel 3.13 Parameter Variable *Detection* (lanjutan)

Moderately High	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sedang sampai tinggi	4
High	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan tinggi	3
Very High	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan sangat tinggi	2
Almost Certain	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan hampir pasti	1

Setelah menentukan nilai skala masing-masing variable untuk masing-masing kriteria *Severity*, *Occurrence*, dan *Detectability*, nilai RPN (*Risk Priority Number*) kemudian dapat dihitung dengan cara mengalikan $S \times O \times D.S$ di atas dari setiap penyebab tipe insiden sehingga proses penghitungan dengan menggunakan pendekatan FMEA ini dapat dilakukan. Hasil yang didapatkan dari proses penghitungan ini adalah untuk mengetahui nilai RPN dari masing-masing penyebab. Nilai RPN ini didapatkan dengan mengalikan ketiga nilai variabel di atas. Setelah didapatkan nilai RPN untuk masing-masing penyebab, maka langkah selanjutnya adalah mengintegrasikan nilai-nilai yang ada di FMEA tersebut kedalam pendekatan AHP sehingga data tersebut bisa dikatakan diolah dengan metode MAFMA.

Pihak perusahaan sebelumnya sudah mempunyai laporan penyebab dari setiap kegagalan tersebut. Laporan tersebut berasal dari departemen *Quality Control* dan berisi informasi tentang jenis kegagalan, sumber kegagalan tersebut, dan *current action* yang harus dilakukan untuk mengatasi kegagalan tersebut.

FMEA form hasil brainstorming

Tabel 3.14 Form FMEA

Prosess function	Part	Potential failure mode	Potensial effects of failure	S	Potensial cause of failre	O	Detection	D	RPN	Current Action
Machining	Gear Reducer	Dimensi alur key pada output <i>shaft gear reducer</i> tidak sejajar R/L	Part <i>Crank</i> tidak dapat di assembly dengan gear reducer	3	Kesalahan proses machining pada pembuatan dimensi output shaft gear reducer (Cause A)	10	Visual	6	180	Key crank masih bisa dimodifikasi
	Gear Reducer	Hole/lubang baut pada <i>gear reducer</i> tidak center ditengah	<i>Gear reducer</i> tidak dapat diassembly	5	Kesalahan operator dalam pembuatan lubang baut (drilling) ((Cause B))	6	Visual	4	120	Lubang baut pada riser blok dibuat menjadi oval
	Gear Reducer	Kedalaman alur key pada <i>output shaft gear reducer</i> tidak standard	<i>Gear reducer</i> tidak dapat diassembly dengan counter weight	7	Cacat/defect dari pihak suplier <i>gear reducer</i> (Cause C)	10	Visual	6	420	key crank masih dapat diassembly
Design	High Speed Gear	Dimensi <i>casting High Speed gear</i> tidak sesuai gambar	<i>Casting high speed gear</i> tidak dapat di assembly dengan gear reducer	7	Operator membuat dimensi part high speed gear tidak sesuai gambar (Cause D)	7	Check list	7	343	Di repair dengan weld menggunakan CIN-1
	Frame extension	Siku 120x120 pada <i>frame extension</i> (R/L) kependekan	<i>Frame extension</i> tidak dapat di assembly	8	Salah gambar/design frame extension di departemen engineering (Cause E)	9	Check list	4	288	Drawing direvisi dan repair frame extension
Tapping	Tubing Off level	<i>Tubing Off level</i> terhadap oil level/ ulirnya berbeda	<i>Tubing Off level</i> tidak dapat di Assembly	6	Kesalahan operator pada proses Tapping (Cause F)	9	Visual	6	324	Lubang baut pada oil level di tap ulang

3.3.3 Penentuan aspek biaya

Setelah itu, aspek biaya dihitung dengan perbandingan berpasangan atau *pairwise comparison* dengan penyebaran kuisioner kepada para ahli. Menurut Braglia (2000, hal 9), perkiraan biaya merupakan aspek ekonomi yang dihitung dengan cara perbandingan berpasangan “kualitatif”. Hal ini disebabkan karena ketidakmampuan untuk melakukan penilaian dengan tepat oleh pihak terkait misalnya staf pemeliharaan. Perkiraan biaya yang timbul merupakan biaya yang harus dikeluarkan jika kegagalan terjadi. Dalam penelitian ini, perkiraan biaya dilihat dari biaya yang harus dikeluarkan perusahaan sebagai dampak akibat ketidaksesuaian pada hasil produksi sehingga harus dilakukan perbaikan (*repair*) atau harus menjadi *waste*.

Responden yang menentukan *judgement* untuk penilaian bobot biaya tiap penyebab kegagalan dilakukan oleh kepala PPIC dan Kepala divisi *Pumping Unit*. Perhitungan kuisioner ke dua responden diatas dilakukan dengan perhitungan geometric mean karena rataan *geometric mean* menunjukkan preferensi dari sekelompok orang. Hasil pengolahan kuisioner tersebut bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.15 pengolahan kuisioner untuk kriteria *expected cost*

kriteria : <i>Expected Cost</i>		Responden		Alternatif	Rata-Rata Geometrik	
		1	2			
Alternatif	Cause A	4	5	Cause B	4.47	0.22
		1	1/2	Cause C	0.71	1.41
		1/2	1	Cause D	0.71	1.41
		1	2	Cause E	1.41	0.71
		2	3	Cause F	2.45	0.41
	Cause B	1/2	1/2	Cause C	0.50	2.00
		1/9	1/9	Cause D	0.11	9.00
		1/4	1/5	Cause E	0.22	4.47
		1	1/2	Cause F	0.71	1.41

Tabel 3.15 pengolahan kuisioner untuk kriteria *expected cost* (lanjutan)

Cause C	1	1	Cause D	1.00	1.00
	2	2	Cause E	2.00	0.50
	4	5	Cause F	4.47	0.22
Cause D	2	3	Cause E	2.45	0.41
	5	6	Cause F	5.48	0.18
Cause E	2	3	Cause F	2.45	0.41

Uji perbandingan berpasangan untuk perkiraan biaya seperti yang dilakukan oleh Braglia (2000, hal 11) tidak dapat dipasangkan dan dibandingkan secara langsung oleh peneliti. Tabel biaya yang dihitung dengan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) dengan software *Expert Choice*. Setelah itu akan diintegrasikan melalui struktur hirarki MAFMA dengan pendekatan AHP. Hasil perhitungan perbandingan perpasangan pada aspek biaya tersebut dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 3.16 Failure expected cost evaluation

Failure expected cost evaluation

	Cause A	Cause B	Cause C	Cause D	Cause E	Cause F	Priority
Cause A	1	4.47	1/1.41	1/1.41	1.41	2.45	0.187
Cause B	1/4.47	1	1/2.0	1/9.0	1/4.47	1/1.41	0.052
Cause C	1.41	2	1	1	2	4.47	0.238
Cause D	1.41	9	2	1	2.45	5.48	0.317
Cause E	1/1.41	4.47	1/2.0	1/2.45	1	2.45	0.145
Cause F	1/2.45	1.41	1/4.47	1/5.48	1/2.45	1	0.061

Note : Inconsistenci Ratio = 0.04

3.3.4 Perhitungan akhir dengan struktur hirarki MAFMA

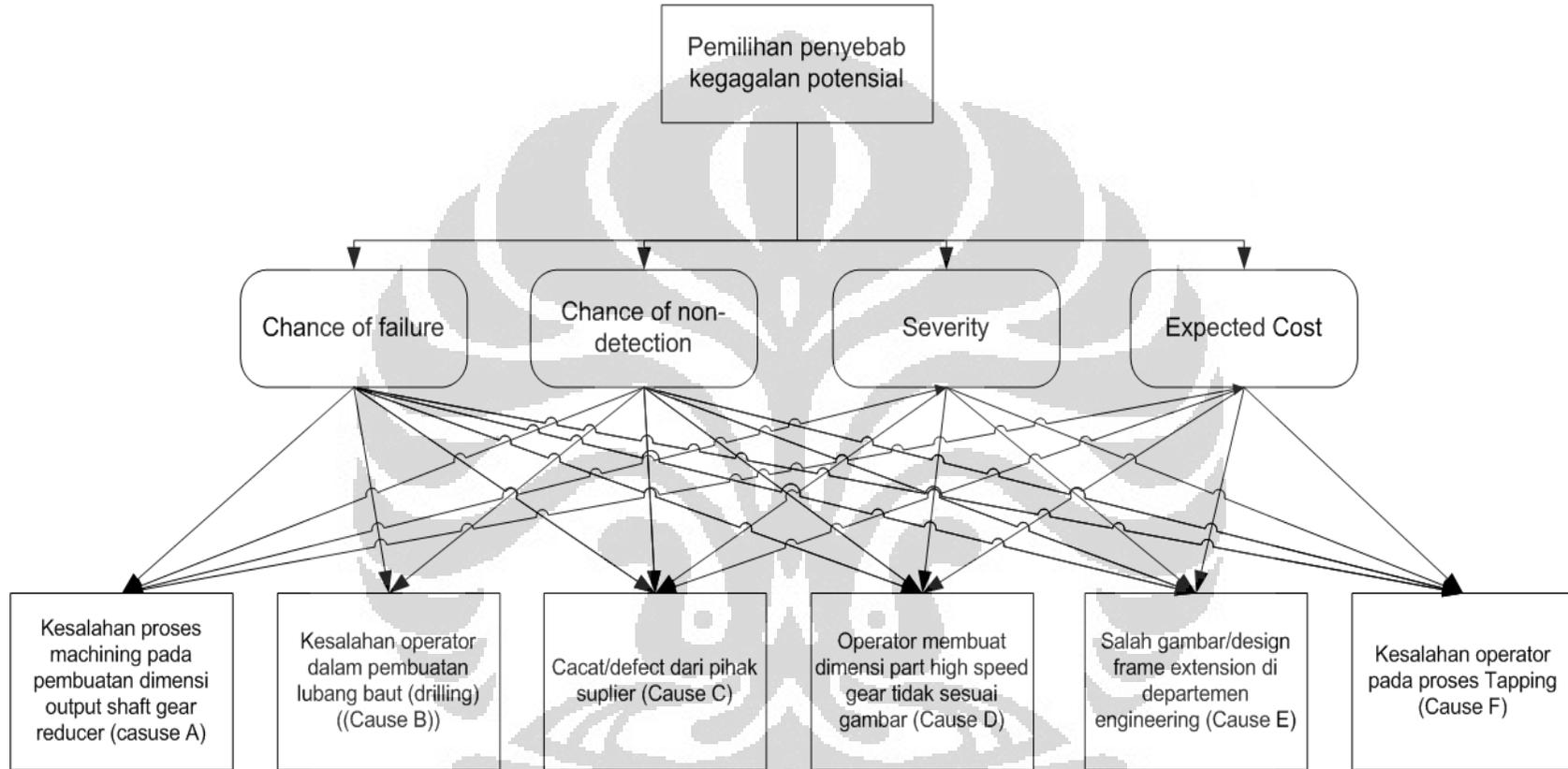
Sebelum dilakukan perhitungan, terlebih dahulu dibuat struktur hirarki MAFMA yang nantinya akan dihitung berdasarkan pendekatan AHP. Struktur hirarki MAFMA terdiri dari 4 kriteria yaitu *severity*, *chance of failire (occurrence)*, *chance non detection (detecability)*, dan *expected cost*. Struktur hirarki MAFMA dapat dilihat pada gambar 3.11 dibawah ini.

Penentuan bobot setiap kegagalan dilakukan dengan pendekatan AHP dengan cara menjumlahkan *total priority* masing-masing kegagalan pada setiap kriteria. Setelah itu diurutkan jenis penyebab kegagalan apa yang paling besar bobotnya dan kemudian mencari usulan perbaikan sehingga tidak terulang di kemudian hari.

3.3.4.1 Penentuan bobot kriteria pada struktur hirarki MAFMA

Sebelum diintegrasikan dengan stuktur hirarki MAFMA tentunya kita harus menentukan bobot prioritas agar seluruh *alternative level* pada struktur hirarki MAFMA dapat dihitung dengan pendakatan AHP. Bobot prioritas pada setiap kriteria ditentukan dengan penyebaran kuisisioner. Responden untuk menentukan *judgement* untuk penilaian bobot kriteria pada struktur hirarki MAFMA dilakukan oleh kepala departemen PPIC dan Kepala divisi *Pumpng Unit* karena mereka yang menangani manajemen di dalam suatu perusahaan dan berkepentingan di dalam proses manajemen khususnya pada proses produksi. Perhitungan kuisisioner ke dua responden diatas juga dilakukan dengan perhitungan geometric mean yang bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Penyusunan hirarki MAFMA



Gambar 3.11 Struktur hirarki MAFMA

Tabel 3.17 pengolahan kuisioner untuk menentukan kriteria pada struktur
MAFMA

Kriteria	Responden		Kriteria	Rata-Rata Geometrik	
	1	2			
Probability of failure	3	3	<i>Probability of non-detection</i>	3.00	
	2	1/2	Severity	1.00	1.00
	1	1	Expected cost	1.00	
<i>Probability of non-detection</i>	1/4	1	Severity	0.50	2.00
	1/3	1/3	Expected cost	0.33	3.00
Severity	1	1/4	Expected cost	0.50	2.00

Selanjutnya barulah kita bias mengolah data tersebut dengan software *Expert Choice*. Hasil perhitungan bobot kriteria dapat dilihat pada tabel 3.18 dibawah ini.

Tabel 3.18 Criteria priorities evaluation
Criteria priorities evaluation

	Probability of failure	Probability of non-detection	Severity	Expected cost	Priority
Probability of failure	1	3	1	1	0.302
Probability of non-detection	1/3.0	1	1/2.0	1/3.0	0.111
Severity	1	2	1	1/2.0	0.23
Expected cost	1	3	2	1	0.358

Note: Inconsistency ratio = 0.02

3.3.4.2 Penentuan *local priority*

Setelah kita selesai menghitung aspek biaya dan bobot kriteria, langkah selanjutnya adalah mengintegrasikan kedalam struktur hirarki MAFMA dengan memasukan bilangan FMEA yang telah diolah dengan perhitungan secara kuantitatif pada pendekatan AHP. Struktur Hirarki MAFMA dapat dilihat pada gambar 3.11

Perhitungan FMEA yang dikalkulasikan dengan perhitungan kuantitatif pada pendekatan AHP yang pada akhirnya menghasilkan *local priority* (M.Braglia 2000 hal. 11). Hasilnya dapat dilihat hasilnya pada tabel 3.21, tabel 3.20, dan tabel 3.19 dibawah ini.

Tabel 3.19 Quantitative factor evaluations for Chance of failure
Quantitative factor evaluations
Chance of failure

Cause of failure	Score		Local Priority
Cause A	10	=	0.196078431
Cause B	6	=	0.117647059
Cause C	10	=	0.196078431
Cause D	7	=	0.137254902
Cause E	9	=	0.176470588
Cause F	9	=	0.176470588
Total	51		1

Tabel 3.20 Quantitative factor evaluations for Chance of not detecting
 Quantitative factor evaluations
 Chance of not detecting

Cause of failure	Score		Local Priority
Cause A	6	=	0.181818182
Cause B	4	=	0.121212121
Cause C	6	=	0.181818182
Cause D	7	=	0.212121212
Cause E	4	=	0.121212121
Cause F	6	=	0.181818182
Total	33		1

Tabel 3.21 Quantitative factor evaluations for severity
 Quantitative factor evaluations
 Severity

Cause of failure	Score		Local Priority
Cause A	3	=	0.083333333
Cause B	5	=	0.138888889
Cause C	7	=	0.194444444
Cause D	7	=	0.194444444
Cause E	8	=	0.222222222
Cause F	6	=	0.166666667
Total	36		1

Tabel 3.22 Quantitative factor evaluations for expected cost
Qualitative factor evaluations
Expected cost

Cause of failure	Score	Local Priority
Cause A	=	0.187
Cause B	=	0.052
Cause C	=	0.238
Cause D	=	0.317
Cause E	=	0.145
Cause F	=	0.061
Total		1

3.3.4.3 Penentuan *total priority* kegagalan pada setiap kriteria

Hasil dari perhitungan penyebab-penyebab kegagalan pada *alternatif level* diatas merupakan bobot prioritas yang disebut *local priority*. Kemudian pada langkah berikutnya akan dihitung *total priority*, yaitu hasil kali antara bobot *criteria level* dengan *local priority* dari tiap kegagalan dan dihitung pada setiap *criteria level*. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 3.23, tabel 3.24, tabel 3.25 dan tabel 3.26.

Tabel 3.23 Priorities of evaluation criteria and subcriteria for Chance of failure

Criterion	Alternative	Local priority	Total priority
Chance of failure			0.302
	Cause A	0.1960784	0.059215686
	Cause B	0.1176471	0.035529412
	Cause C	0.1960784	0.059215686
	Cause D	0.1372549	0.04145098
	Cause E	0.1764706	0.053294118
	Cause F	0.1764706	0.053294118

Tabel 3.24 Priorities of evaluation criteria and subcriteria for Chance of not detecting

Criterion	Alternative	Local priority	Total priority
Chance of not detecting			0.11
	Cause A	0.1818182	0.02
	Cause B	0.1212121	0.013333333
	Cause C	0.1818182	0.02
	Cause D	0.2121212	0.023333333
	Cause E	0.1212121	0.013333333
	Cause F	0.1818182	0.02

Tabel 3.25 Priorities of evaluation criteria and subcriteria for severity

Criterion	Alternative	Local priority	Total priority
Severity			0.23
	Cause A	0.08333333	0.019166667
	Cause B	0.1388889	0.031944444
	Cause C	0.1944444	0.044722222
	Cause D	0.1944444	0.044722222
	Cause E	0.2222222	0.051111111
	Cause F	0.1666667	0.038333333

Tabel 3.26 Priorities of evaluation criteria and subcriteria for expected cost

Criterion	Alternative	Local priority	Total priority
Expected cost			0.358
	Cause A	0.187	0.066946
	Cause B	0.052	0.018616
	Cause C	0.238	0.085204
	Cause D	0.317	0.113486
	Cause E	0.145	0.05191
	Cause F	0.061	0.021838

3.3.4.4 Penentuan nilai akhir pada struktur hirarki MAFMA

Pada tahap akhir perhitungan metode MAFMA, bilangan *total priority* yang sudah dihitung pada perhitungan sebelumnya dijumlahkan pada setiap kegagalan yang terjadi dan hasil akhirnya dapat dilihat pada tabel 3.27 dibawah ini.

Tabel 3.27 The final ranking of MAFMA method
The final ranking
(sorted synthesis of leaf nodes with respect to goal)

Cause of failure	Evaluation
Cause A	0.165328353
Cause B	0.09942319
Cause C	0.209141908
Cause D	0.222992536
Cause E	0.169648562
Cause F	0.133465451

Pada hasil akhir perhitungan berdasarkan metode MAFMA ini didapat bahwa ternyata penyebab kegagalan yang paling mengganggu pada proses produksi perusahaan adalah Operator membuat dimensi part high speed gear tidak sesuai gambar (*Cause D*).

Tetapi ternyata pihak perusahaan belum puas pada perhitungan di bagian *severity* yang merupakan perhitungan dampak yang terjadi akibat adanya kegagalan pada proses produksi. Pihak perusahaan PT. XYZ berpendapat bahwa aspek *severity* pada FMEA kurang lengkap karena perusahaan ingin memasukan dampak kerusakan potensial pada *part* sebagai akibat dari ketidaksesuaian proses produksi. Pihak perusahaan menganggap aspek yang mempengaruhi kualitas produk sangatlah penting karena menyangkut nama baik perusahaan. Dampak pada kerusakan *part* ini tentunya juga akan menurunkan kualitas dari produk *pumping unit*. Perhitungan pada *severity* ini berdampak pada perhitungan pada metode MAFMA secara keseluruhan. Pihak perusahaan sebelumnya telah mengusulkan untuk memasukan aspek berupa waktu *delay* dan juga potensi penurunan kualitas pada *part* yang tidak sesuai dengan rencana produksi sehingga beberapa dari *part* tersebut harus di *repair*. Aspek tersebut menurut perusahaan juga penting untuk dimasukan sebagai dampak dari adanya kegagalan pada proses produksi.

Karena itu penulis melakukan penyesuaian pada struktur hirarki MAFMA dengan tidak menggunakan bagian *severity* FMEA pada perhitungan saat diintegrasikan dengan pendekatan AHP. Bagian *severity* pada FMEA tidak diikutsertakan karena dinilai tidak bisa mengakomodir penilaian dampak kegagalan pada proses produksi dan juga penurunan kualitas produk secara sekaligus.

3.3.5 Pengolahan data dengan struktur hirarki MAFMA yang disesuaikan

Setelah sebelumnya pihak perusahaan merasa belum puas dengan dengan metode MAFMA yang lama. Maka penulis bersama dengan para ahli dari perusahaan melakukan penyesuaian dengan membuat struktur hirarki MAFMA yang dimodifikasi. Struktur hirarki MAFMA yang baru dapat dilihat pada gambar

3.12. Pada struktur hirarki MAFMA yang baru ini, penulis memasukan subkriteria *time to repair*, *operation delay* dan *potential part damage* pada kriteria *severity* sesuai usulan dari pihak ahli perusahaan PT.XYZ.

Pengertian *potential part damage* ini adalah seberapa besar kerusakan yang timbul akibat kesalahan pada proses produksi dan berpotensi mengurangi kualitas atau kekuatan pada *part*. Hasil dari kerusakan tersebut tentunya akan mempengaruhi ketangguhan pada produk tersebut.

Pemilihan subkriteria *time to repair* dan *operation delay* dipilih karena akan lebih memudahkan *judgement* dari para ahli perusahaan karena sebenarnya sudah terdapat data-data yang terkait dengan dua subkriteria diatas dan sudah diperlihatkan pada tabel-tabel sebelumnya.

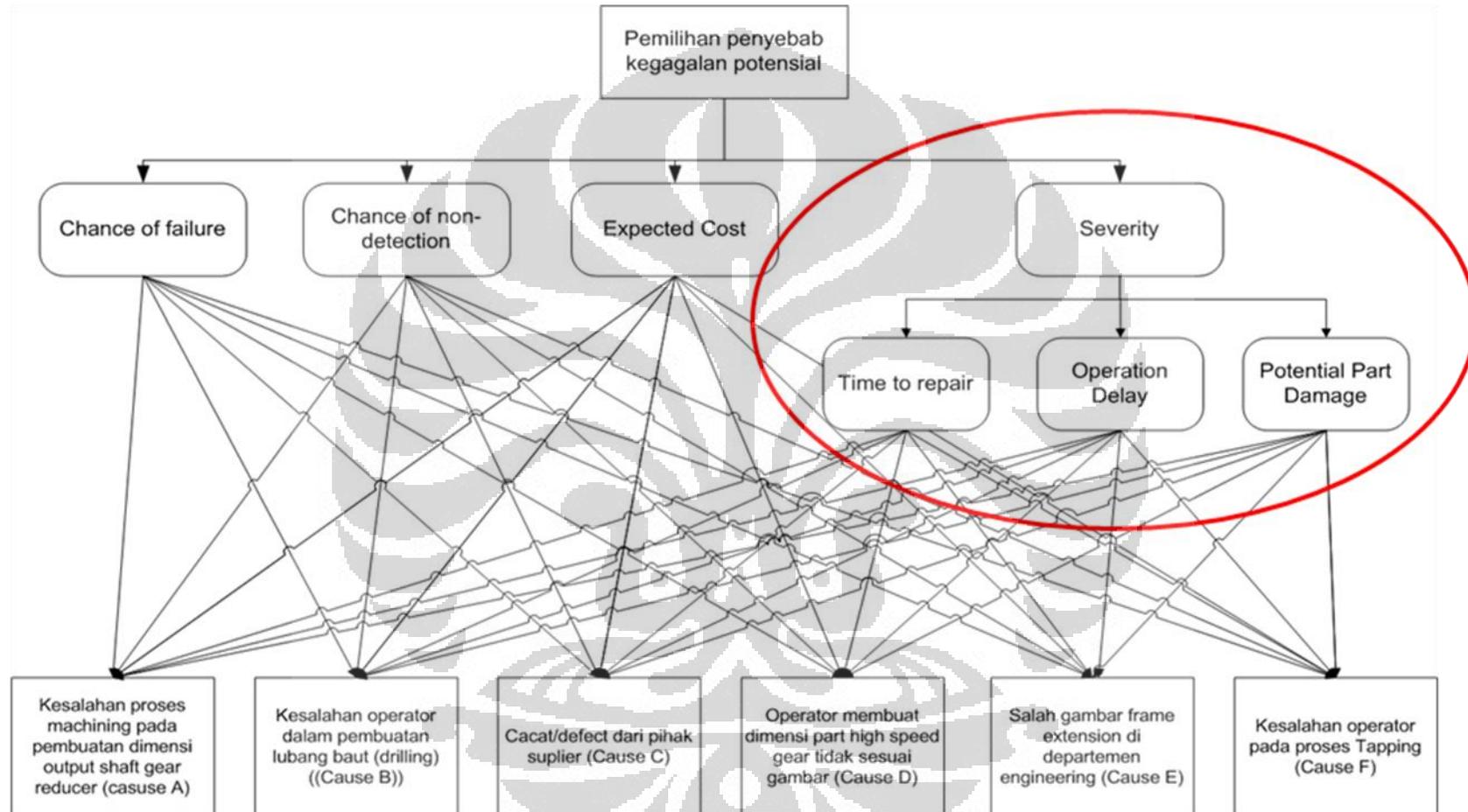
3.3.5.1 Penentuan bobot subkriteria pada kriteria severity

Langkah awal yang dilakukan dalam menghitung bobot pada kriteria *severity* hampir sama pada saat menentukan penyebab kegagalan potensial dengan struktur hirarki MAFMA. Pertama-tama kita harus ditentukan dahulu bobot prioritas dari setiap subkriteria pada kriteria *severity*.

Bobot tiap subkriteria ditentukan dengan kuisisioner yang nantinya akan diolah dengan pendekatan AHP. Responden yang diambil diusulkan oleh perusahaan yang diantaranya adalah Kepala departemen PPIC kepala departemen *Quality control*, Wakil kepala departemen *Quality control* dan satu orang staff dari departemen *Quality control*.

Komposisi tersebut diusulkan oleh perusahaan dengan lebih banyak orang yang berasal dari departemen *Quality Control* karena pihak perusahaan berpendapat orang-orang dari departemen *Quality Control* lebih mengetahui tentang kondisi kerusakan dari suatu *part* yang berpotensi mengurang kualitas dari produk *pumping unit* tersebut. Perhitungan kuisisioner ke empat responden diatas dilakukan dengan perhitungan geometric mean yang bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Penyusunan hirarki MAFMA (modified)



Gambar 3.12 Struktur hirarki MAFMA yang dimodifikasi

3.3.5.1 Penentuan bobot subkriteria pada kriteria severity

Langkah awal yang dilakukan dalam menghitung bobot pada kriteria severity hampir sama pada saat menentukan penyebab kegagalan potensial dengan struktur hirarki MAFMA. Pertama-tama kita harus ditentukan dahulu bobot prioritas dari setiap subkriteria pada kriteria *severity*.

Bobot tiap subkriteria ditentukan dengan kuisioner yang nantinya akan diolah dengan pendekatan AHP. Responden yang diambil diusulkan oleh perusahaan yang diantaranya adalah Kepala departemen PPIC kepala departemen *Quality control*, Wakil kepala departemen *Quality control* dan satu orang staff dari departemen *Quality control*.

Komposisi tersebut diusulkan oleh perusahaan dengan lebih banyak orang yang berasal dari departemen *Quality Control* karena pihak perusahaan berpendapat orang-orang dari departemen *Quality Control* lebih mengetahui tentang kondisi kerusakan dari suatu *part* yang berpotensi mengurangi kualitas dari produk *pumping unit* tersebut. Perhitungan kuisioner ke empat responden diatas dilakukan dengan perhitungan geometric mean yang bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.28 pengolahan kuisioner untuk bobot subkriteria pada kriteria *severity*

Kriteria : Severity		Responden				Subkriteria	Rataan Geometrik	
		1	2	3	4			
Subkriteria	<i>Time to repair</i>	2	2	1	4	Operation delay	2.00	0.5
		1/2	1	1/4	1/2	Potential part damage	0.50	2.00
	Operation delay	1/3	1/3	1/3	1/3	Potential part damage	0.33	3.00

Setelah itu, barulah kita dapat mengolah hasil kuisioner diatas dengan pendekatan AHP dan dalam hal ini menggunakan software *Expert Choice*. Hasil

dari bobot tiap-tiap subcriteria pada kriteria severity dapat dilihat pada table 3.29 dibawah ini.

Tabel 3.29 Severity priorities evaluation

Severity priorities evaluation

	Time to repair	Operation delay	Potential part damage	Priority
Time to repair	1	2	1/2.0	0.297
Operation delay	1/2.0	1	1/3.0	0.163
Potential part damage	2	3	1	0.54
Note: Inconsistency ratio =	0.01			

Hasil dari pembobotan subcriteria pada kriteria *severity* tersebut dapat dikatakan valid karena *Inconsistency ratio* berada dibawah 0.1

3.3.5.2 Penentuan bobot penyebab kegagalan di setiap subcriteria pada kriteria *severity*

Pada subcriteria *time to repair*, *operation delay*, dan *potential part damage* maka responden yang diambil sama seperti yang diusulkan oleh perusahaan sebelumnya, yaitu diantaranya adalah Kepala departemen PPIC, kepala departemen *Quality control*, Wakil kepala departemen *Quality control* dan satu orang staff dari departemen *Quality control*. Perhitungan kuisioner ke empat responden diatas dilakukan dengan perhitungan geometric mean. Hasil dari kuisioner tersebut bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.30 pengolahan kuisioner untuk subkriteria *time to repair*

Subkriteria : <i>Time to repair</i>		Responden				Alternatif	Rata-Rata Geometrik	
		1	2	3	4			
Alternatif	Cause A	4	4	4	4	Cause B	4.00	0.25
		1	1	1	1	Cause C	1.00	1.00
		1	1	1	1	Cause D	1.00	1.00
		4	4	4	4	Cause E	4.00	0.25
		2	2	2	2	Cause F	2.00	0.50
	Cause B	1/4	1/4	1/4	1/4	Cause C	0.25	4.00
		1/4	1/4	1/4	1/4	Cause D	0.25	4.00
		1	1	1	1	Cause E	1.00	1.00
		1/2	1/2	1/2	1/2	Cause F	0.50	2.00
	Cause C	1	1	1	1	Cause D	1.00	1.00
		4	4	4	4	Cause E	4.00	0.25
		2	2	2	2	Cause F	2.00	0.50
	Cause D	4	4	4	4	Cause E	4.00	0.25
		3	3	3	3	Cause F	3.00	0.33
	Cause E	1/2	1/2	1/2	1/2	Cause F	0.50	2.00

Tabel 3.31 pengolahan kuisioner untuk subkriteria *operation delay*

Subkriteria : <i>Operation Delay</i>		Responden				Alternatif	Rata-Rata Geometrik	
		1	2	3	4			
Alternatif	Cause A	5	5	5	5	Cause B	5.00	0.20
		1	1	1	1	Cause C	1.00	1.00
		2	1	2	2	Cause D	1.68	0.59
		5	5	5	5	Cause E	5.00	0.20
		2	3	3	2	Cause F	2.45	0.41
	Cause B	1/5	1/5	1/5	1/5	Cause C	0.20	5.00
		1/3	1/3	1/3	1/3	Cause D	0.33	3.00
		1	1	1	1	Cause E	1.00	1.00
		1/2	1/2	1/2	1/2	Cause F	0.50	2.00
	Cause C	2	2	1	2	Cause D	1.68	0.59
		5	5	5	5	Cause E	5.00	0.20
		2	2	3	3	Cause F	2.45	0.41
	Cause D	3	3	3	3	Cause E	3.00	0.33
		1	2	2	1	Cause F	1.41	0.71
	Cause E	1/2	1/2	1/2	1/2	Cause F	0.50	2.00

Tabel 3.32 pengolahan kuisioner untuk subkriteria *potential part damage*

Subkriteria : Potential part damage		Responden				Alternatif	Rata-Rata Geometrik	
		1	2	3	4			
Alternatif	Cause A	5	4	5	5	Cause B	4.73	0.21
		1	1/2	2	1	Cause C	1.00	1.00
		2	1	1/2	1	Cause D	1.00	1.00
		5	5	5	5	Cause E	5.00	0.20
		2	1/2	4	4	Cause F	2.00	0.50
	Cause B	1/5	1/4	1/5	1/5	Cause C	0.21	4.73
		1/3	1/5	1/2	1/3	Cause D	0.32	3.08
		1	1/2	1	2	Cause E	1.00	1.00
		1/2	1/4	2	1/4	Cause F	0.50	2.00
	Cause C	2	1/2	4	4	Cause D	2.00	0.50
		5	5	5	4	Cause E	4.73	0.21
		3	2	3	5	Cause F	3.08	0.32
	Cause D	5	3	3	2	Cause E	3.08	0.32
		1	1/2	2	1	Cause F	1.00	1.00
	Cause E	1/4	2	1/2	1/4	Cause F	0.50	2.00

Selanjutnya barulah kita bias mengolah data tersebut dengan software *Expert Choice*. Hasil dari pengolahan data tersebut diolah dengan pendekatan AHP dan hasil bobot prioritasnya dapat dilihat pada tabel 3.33, tabel 3.34 dan tabel 3.35.

Tabel 3.33 Time to repair evaluation

Time to repair evaluation

	Cause A	Cause B	Cause C	Cause D	Cause E	Cause F	Priority
Cause A	1	4	1	1	4	2	0.25
Cause B	1/4.0	1	1/4.0	1/4.0	1	1/2.0	0.063
Cause C	1	4	1	1	4	2	0.25
Cause D	1	4	1	1	4	2	0.25
Cause E	1/4.0	1	1/4.0	1/4.0	1	1/2.0	0.063
Cause F	1/2.0	2	1/2.0	1/2.0	2	1	0.125

Note : Inconsistenci Ratio = 0

Tabel 3.34 Operation delay evaluation

Operation delay evaluation

	Cause A	Cause B	Cause C	Cause D	Cause E	Cause F	Priority
Cause A	1	5	1	1.68	5	2.45	0.294
Cause B	1/5.0	1	1/5.0	1/3.0	1	1/2.0	0.059
Cause C	1	5	1	1/1.68	5	2.45	0.294
Cause D	1/1.68	3	1.68	1	3	1.41	0.176
Cause E	1/5.0	1	1/5.0	1/3.0	1	1/2.0	0.059
Cause F	1/2.45	2	1/2.45	1/1.41	2	1	0.118

Note : Inconsistenci Ratio = 0

Tabel 3.35 Potential part damage evaluation
Potential part damage evaluation

	Cause A	Cause B	Cause C	Cause D	Cause E	Cause F	Priority
Cause A	1	4.73	1	1	5	2	0.262
Cause B	1/4.73	1	1/4.73	1/3.08	1	1/2.0	0.06
Cause C	1	4.73	1	2	4.73	3.08	0.311
Cause D	1	3.08	1/2.0	1	3.08	1	0.18
Cause E	1/5.0	1	1/4.73	1/3.08	1	1/2.0	0.059
Cause F	1/2.0	2	1/3.08	1	2	1	0.128

Note : Inconsistenci Ratio = 0.01

3.3.5.3 Penentuan *sub total priority* kegagalan pada setiap subkriteria

Setelah itu langkah selanjutnya adalah mencari Bobot penyebab kegagalan dari tiap-tiap subkriteria dengan menghitung *sub total priority*. Hasil dari evaluasi tersebut dapat dilihat pada tabel 3.36, tabel 3.37 dan tabel 3.38.

Tabel 3.36 Priorities of evaluation for subcriteria time to repair

**Priorities of evaluation criteria and subcriteria
with respect to the primary goal**

Criterion	Alternative	Sub Local priority	Sub Total priority
Time to repair			0.297
	Cause A	0.25	0.07425
	Cause B	0.063	0.018711
	Cause C	0.25	0.07425
	Cause D	0.25	0.07425
	Cause E	0.063	0.018711
	Cause F	0.125	0.037125

Tabel 3.37 Priorities of evaluation for subcriteria operation delay

Criterion	Alternative	Sub Local priority	Sub Total priority
Operation Delay			0.163
	Cause A	0.294	0.047922
	Cause B	0.059	0.009617
	Cause C	0.294	0.047922
	Cause D	0.176	0.028688
	Cause E	0.059	0.009617
	Cause F	0.118	0.019234

Tabel 3.38 Priorities of evaluation for subcriteria potential part damage

Criterion	Alternative	Sub Local priority	Sub Total priority
Potential part damage			0.54
	Cause A	0.263	0.14202
	Cause B	0.060	0.03186
	Cause C	0.311	0.16956
	Cause D	0.178	0.09612
	Cause E	0.059	0.03186
	Cause F	0.128	0.06912

3.3.5.4 Penentuan bobot akhir untuk setiap jenis kegagalan pada kriteria *severity*

Kemudian dengan cara yang sama saat seperti menentukan kegagalan potensial dengan hirarki MAFMA, *total priority* penyebab kegagalan tiap-tiap subkriteria dari kriteria *severity* tersebut dijumlahkan yang kemudian akan menghasilkan bobot total dari setiap kegagalan pada kriteria *severity*. Hasil bobot dari setiap jenis kegagalan untuk kriteria *severity* yang baru dapat dilihat pada tabel 3.36 dibawah ini.

Tabel 3.39 Sum of total severity evaluation

Sum of total severity evaluation

Cause of failure	Evaluation
Cause A	0.263652
Cause B	0.060728
Cause C	0.290112
Cause D	0.200138
Cause E	0.060188
Cause F	0.125479

3.3.5.5 Penentuan *Total priority* pada struktur MAFMA (*modified*)

Seperti yang diketahui bahwa pada struktur hirarki MAFMA yang dimodifikasi penulis hanya mengganti aspek severity pada FMEA yang sebelumnya dimasukan kedalam struktur MAFMA yang lama. Pada struktur MAFMA yang telah dimodifikasi ini, aspek severity pada FMEA tidak dimasukan dan digantikan dengan perhitungan severity yang telah di breakdown menjadi 3 subkriteria dan telah dihitung berdasarkan pendekatan AHP. Hasil perhitungan *Total Priority* setiap jenis kegagalan di setiap kriteria pada struktur hirarki MAFMA yang baru dapat dilihat pada tabel 3.40, tabel 3.41, tabel 3.42 dan tabel 3.43

Tabel 3.40 Priorities of evaluation criteria and subcriteria for occurrence
Priorities of evaluation criteria and subcriteria with respect to the
primary goal

Criterion	Alternative	Local priority	Total priority
Chance of failure			0.302
	Cause A	0.1960784	0.059215686
	Cause B	0.1176471	0.035529412
	Cause C	0.1960784	0.059215686
	Cause D	0.1372549	0.04145098
	Cause E	0.1764706	0.053294118
	Cause F	0.1764706	0.053294118

Tabel 3.41 Priorities of evaluation criteria and subcriteria for chance of not
detection

Criterion	Alternative	Local priority	Total priority
Chance of not detecting			0.11
	Cause A	0.1818182	0.02
	Cause B	0.1212121	0.013333333
	Cause C	0.1818182	0.02
	Cause D	0.2121212	0.023333333
	Cause E	0.1212121	0.013333333
	Cause F	0.1818182	0.02

Tabel 3.42 Priorities of evaluation criteria and subcriteria for severity

Criterion	Alternative	Local priority	Total priority
Severity			0.23
	Cause A	0.264192	0.06076416
	Cause B	0.060188	0.01384324
	Cause C	0.291732	0.06709836
	Cause D	0.199058	0.04578334
	Cause E	0.060188	0.01384324
	Cause F	0.125479	0.02886017

Tabel 3.43 Priorities of evaluation criteria and subcriteria for expected cost

Criterion	Alternative	Local priority	Total priority
Expected cost			0.358
	Cause A	0.187	0.066946
	Cause B	0.052	0.018616
	Cause C	0.238	0.085204
	Cause D	0.317	0.113486
	Cause E	0.145	0.05191
	Cause F	0.061	0.021838

3.3.5.6 Nilai akhir pada struktur hirarki MAFMA yang telah dilakukan penyesuaian

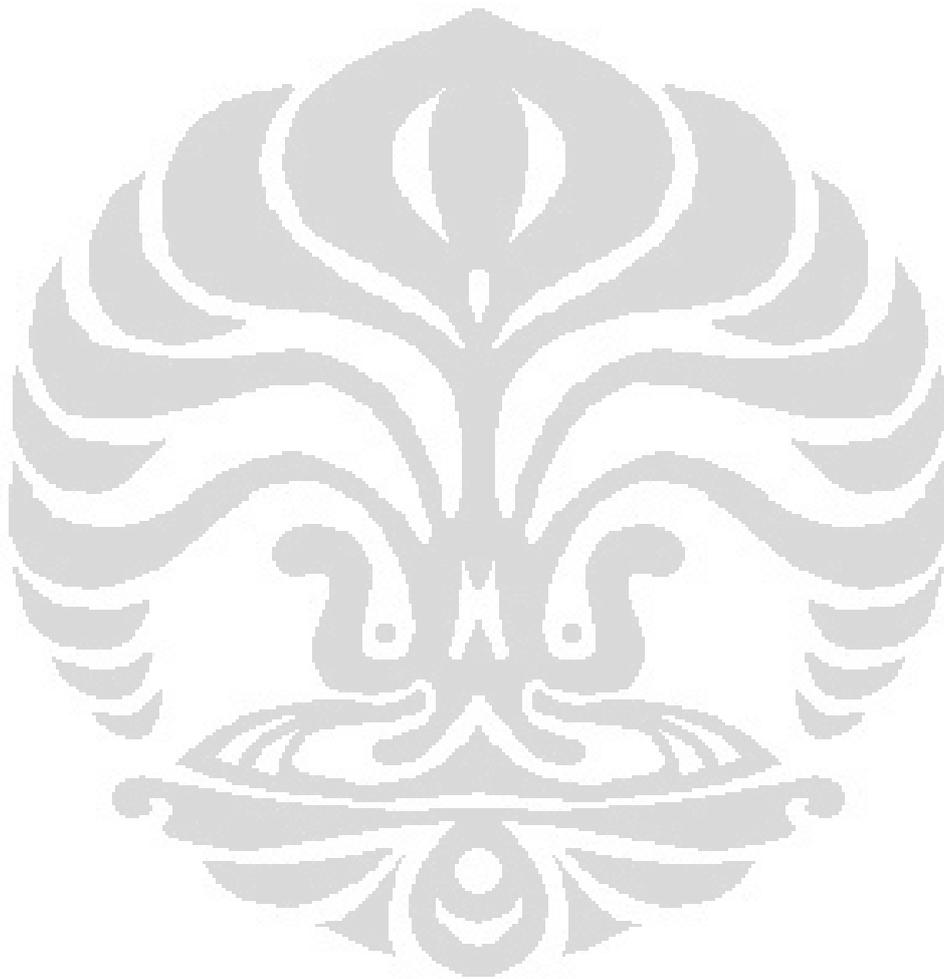
Pada tahap akhir perhitungan metode struktur hirarki MAFMA yang telah dimodifikasi memiliki tahapan yang sama pada struktur hirarki MAFMA awal, yaitu bilangan *total priority* yang sudah dihitung pada perhitungan sebelumnya dijumlahkan pada setiap kegagalan yang terjadi dan hasil akhirnya dapat dilihat pada tabel 3.44 dibawah ini.

Tabel 3.44 Final ranking of modified MAFMA

The final ranking
(sorted synthesis of leaf nodes with respect to goal)

Cause of failure	Evaluation
Cause A	0.201913846
Cause B	0.080963985
Cause C	0.235456046
Cause D	0.224769654
Cause E	0.133096691
Cause F	0.124350288

Pada hasil akhir perhitungan berdasarkan metode MAFMA yang telah disesuaikan ini didapat bahwa ternyata penyebab kegagalan yang paling mengganggu pada proses produksi perusahaan adalah Cacat/defect dari pihak supplier pada part *gear reducer* (*Cause C*). Hal ini berbeda pada metode MAFMA pada saat masih memakai aspek *severity* MAFMA. Analisis yang lebih mendalam pada hal ini akan diuraikan pada BAB IV.



BAB VI

ANALISIS

Setelah melakukan pengumpulan dan pengolahan data, data kemudian dianalisa. Analisa sendiri dibagi menjadi Analisa kuantitas kegagalan, analisa penyebab kegagalan dengan model FMEA, analisa penyebab kegagalan dengan model hiraiki MAFMA, analisa penyebab kegagalan dengan model MAFMA yang telah disesuaikan dan analisa perbandingan hasil antara FMEA, MAFMA, dan MAFMA yang telah disesuaikan.

4.1 Analisa kuantitas kegagalan

Pada proses produksi pembuatan *pumping unit* PT.XYZ yang berjumlah 40 unit telah terjadi insiden kegagalan sebanyak 134 kali yang terdapat pada berbagai jenis proses. Hal ini dirasa oleh pihak perusahaan merupakan frekuensi yang sangat tinggi dan dibutuhkan langkah penelitian yang lebih lanjut untuk mengetahui penyebab yang paling berpotensi mengganggu jalannya proses produksi. Dari sini penulis akan menyaring penyebab kegagalan yang nantinya akan diketahui penyebab kegagalan apa yang paling berpotensi dan mencoba member usulan perbaikan untuk meminimalisir penyebab tersebut agar jangan sampai terulang dikemudian hari.

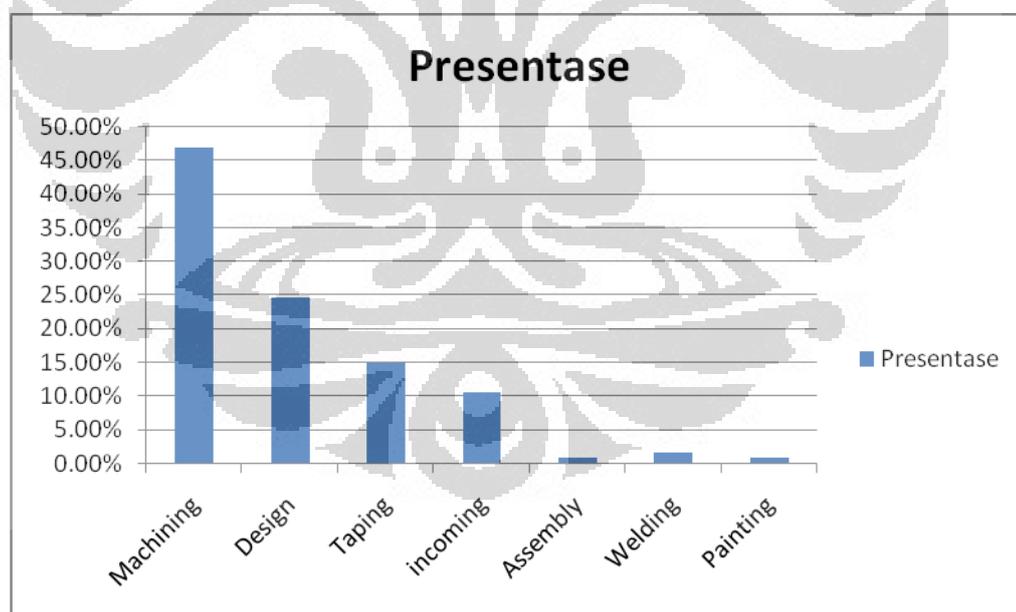
4.1.1 Analisa kuantitas kegagalan berdasarkan Proses

Dari pengolahan data-data mentah yang dilakukan pada bab sebelumnya, telah diketahui proses apa saja yang menyumbang kegagalan yang paling dominan dampaknya pada proses produksi *Pumping Unit*. Proses yang menyebabkan kegagalan tersebut disaring dengan menggunakan diagram pareto. Berikut adalah tampilan grafik pada gambar 4.1 yang berupa besarnya presentase kegagalan dari tiap proses

Tabel 4.1 Presentase kegagalan tiap proses

Proses	Quantity	Percent	Cum %
Machining	63	47.01%	47.01%
Design	33	24.63%	71.64%
Taping	20	14.93%	86.57%
incoming	14	10.45%	97.01%
Assembly	1	0.75%	97.76%
Welding	2	1.49%	99.25%
Painting	1	0.75%	100.00%

Dari hasil pengolahan data diatas diketahui bahwa presentase kegagalan yang terjadi pada proses *machining* telah menyumbang jumlah kegagalan sebesar 47.01%, disusul kegagalan yang terjadi pada saat proses *design* sebesar 24.63% dan proses *taping* yang menyumbang kegagalan produksi sebesar 14.93%.



Gambar 4.1 Grafik persentase kegagalan tiap proses

Ketiga penyebab ini jauh lebih besar dibandingkan proses lain seperti proses *welding* yaitu 1.49% ataupun proses *assembly* yang hanya 0.75%. Penulis memutuskan untuk mengambil kegagalan pada proses *machining*, proses *taping*

dan proses *deisgn* karena ketiga proses tersebut menyumbang 86.57% dari jumlah kegagalan pada proses produksi *pumping unit* PT. XYZ

4.1.2 Analisa kuantitas kegagalan berdasarkan jenis kegagalan pada setiap proses

Kemudian setelah diketahui 3 proses yang menyumbang kuantitas kegagalan terbesar, penulis kembali membuat pareto untuk tiap proses yang nantinya akan dikumpulkan jenis-jenis kegagalan apa saja yang akan ditindak lanjuti selanjutnya. Hal ini bertujuan untuk lebih memudahkan penulis menganalisa penyebab yang paling mengganggu pada proses produksi.

4.1.2.1 Analisa kuantitas kegagalan berdasarkan proses *Machining*

Pada pengolahan data-data yang dilakukan pada bab 3, telah diketahui proses *machining* menyumbang 47.01% dari jumlah kegagalan pada proses produksi. Berikut adalah tampilan grafik pada gambar 4.2 yang berupa besarnya presentase kegagalan dari tiap proses dan tabel 4.2 yang berupa daftar jenis kegagalan pada proses *machining*.

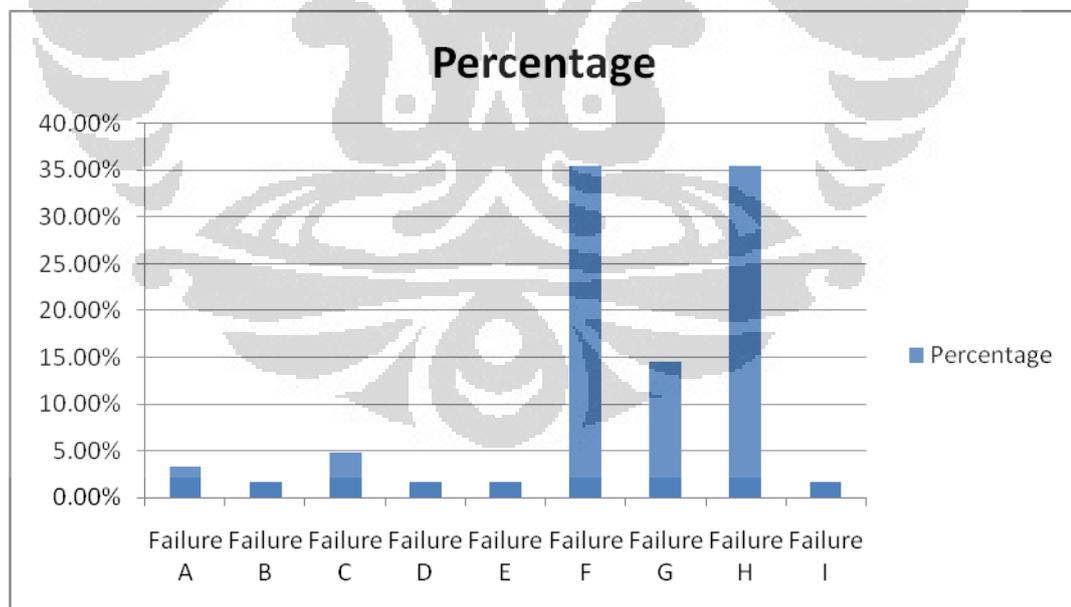
Tabel 4.2 Daftar jenis kegagalan pada proses *machining*

Failure	LIST OF FAILURE	QTY	Percentage
Failure A	Box EQ BRG.ASSY1R, No Gbr TB-LF-BG1RA-4 Lubang u/ bearing masih minus	2	3.23%
Failure B	Base CTB BRG 2TG, No Gbr SB-LF-2TG-3 Lubang u/ bearing blong	1	1.61%
Failure C	Base CTB BRG 2TG, No Gbr SB-LF-2TG-3 Lubang u/ bearing masing minus	3	4.84%
Failure D	Casting High Speed Gear P/N D114GA-36 Retak/pecah pada area u/ gigi	1	1.61%
Failure E	Crank No. Gbr M4104-000-C-000 alur key off side & step u/ lobang sleeve blong	1	1.61%

Tabel 4.2 Daftar jenis kegagalan pada proses *machining* (lanjutan)

Failure F	Dimensi alur key pada output shaft gear reducer tidak sejaja R/L	22	35.48%
Failure G	Hole/lubang baut pada gear reducer tidak center ditengah	9	14.52%
Failure H	Kedalaman alur key pada output shaft gear reducer tidak standard	22	35.48%
Failure I	Spare Part HS Pinion 114 American setelah di Assembly tidak taching dengan gear original	1	1.61%

Dari hasil diatas diketahui bahwa persentase kegagalan yang terjadi pada proses *machining* ternyata “Dimensi alur key pada output shaft gear reducer tidak sejaja R/L” dan “Kedalaman alur key pada output shaft gear reducer tidak standard” menyumbang jumlah kegagalan masing-masing sebesar 35.48% disusul dengan “Hole/lubang baut pada gear reducer tidak center ditengah” yang menyumbang jumlah kegagalan sebesar 14,52% pada proses *machining*.

Gambar 4.2 Grafik persentase kegagalan pada proses *machining*

Penulis akhirnya mengambil 3 masalah yang paling dominan tersebut karena 3 masalah tersebut menyumbang 85.5% jumlah kegagalan pada proses tersebut.

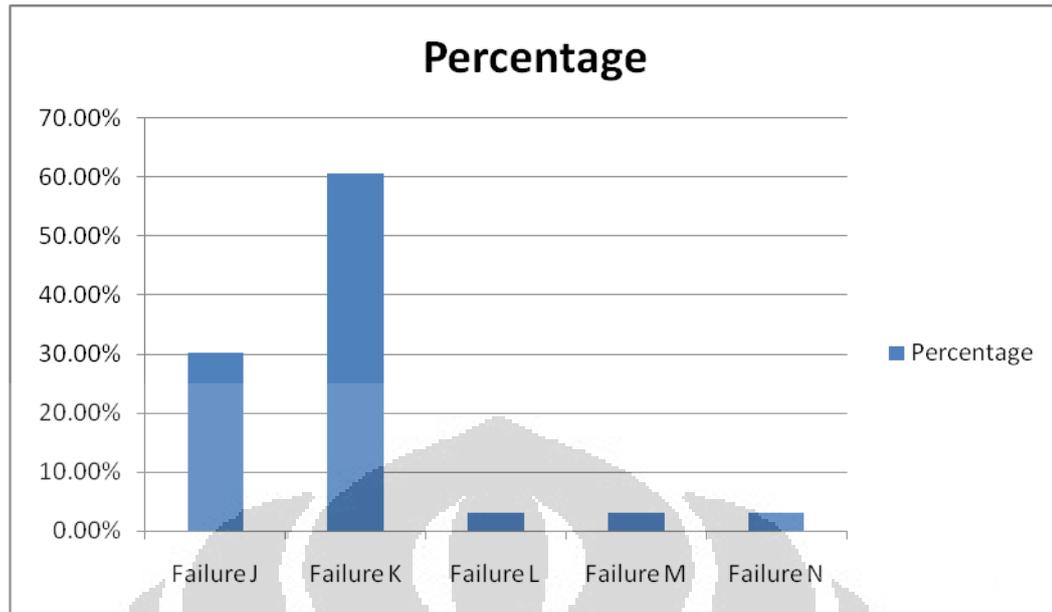
4.1.2.2 Analisa kuantitas kegagalan berdasarkan proses *Design*

Pada proses *design* telah diketahui bahwa proses ini menyumbang 24.6% dari jumlah kegagalan pada proses produksi. Berikut adalah tampilan grafik pada gambar 4.3 yang berupa besarnya persentase kegagalan dari tiap proses dan tabel 4.3 yang berupa daftar jenis kegagalan pada proses *design*.

Tabel 4.3 Daftar jenis kegagalan pada proses *design*

Failure	LIST OF FAILURE	QTY	Percentage
Failure J	Dimensi casting High Speed gear No. Gbr 228GL-228 tidak sesuai gambar	10	30.30%
Failure K	Siku 120x120 pada frame extension (R/L) kependekan/salah design	20	60.61%
Failure L	Spare Part Bronze tidak dapat di Assembly	1	3.03%
Failure M	Spare Part Bronze untuk gear box Luftkin tidak dapat di Assembly	1	3.03%
Failure N	Diameter lubang spare parts H.S gear kurang besar	1	3.03%

Dari hasil diatas diketahui bahwa presentase kegagalan yang terjadi pada proses *design* ternyata didominasi oleh “Dimensi casting High Speed gear No. Gbr 228GL-228 tidak sesuai gambar” dan “Siku 120x120 pada frame extension (R/L) kependekan/salah design” menyumbang jumlah kegagalan masing-masing sebesar 30.3% dan 60.61% pada proses *design*.



Gambar 4.3 Grafik persentase kegagalan pada proses *design*

Pada akhirnya penulis mengambil 2 masalah yang paling dominan tersebut karena 2 masalah tersebut menyumbang 90.9% jumlah kegagalan pada proses tersebut.

4.1.2.3 Analisa kuantitas kegagalan berdasarkan proses *Taping*

Khusus pada proses *taping* jumlah jenis kegagalannya hanya satu tetapi jumlahnya mencapai 20 pada satu kali kejadian. Karena itu penulis langsung memasukannya pada daftar kegagalan utama yang butuh tindak lanjut secepatnya.

Setelah dibuat prioritas untuk jenis-jenis kegagalan untuk setiap proses..Daftar jenis-jenis kegagalan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.4 Daftar kegagalan potensial

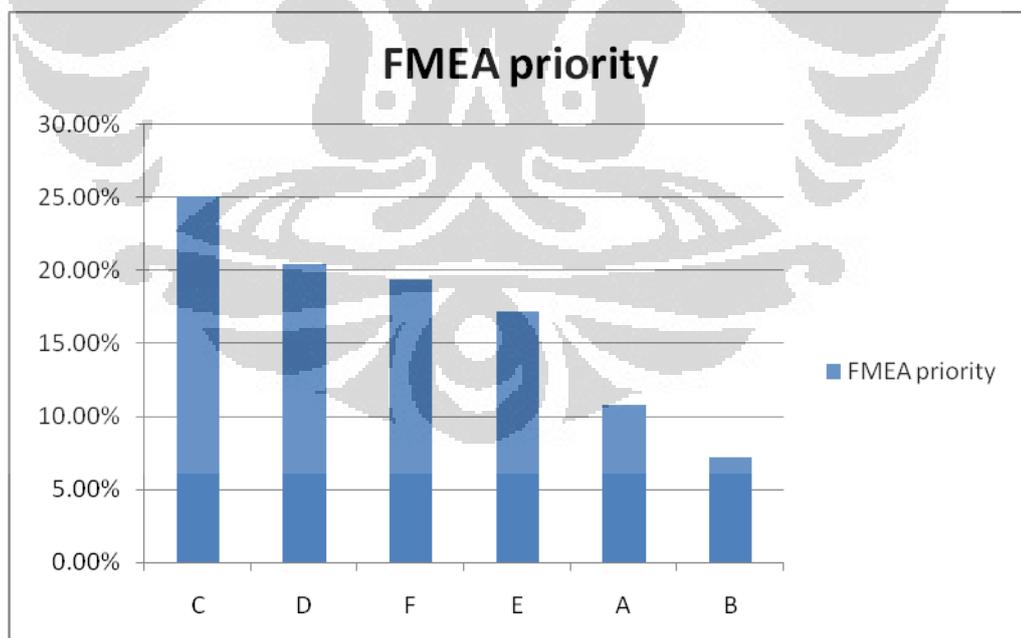
No.	Process	List of potential failure
1	Machining	Dimensi alur key pada output shaft gear reducer tidak sejaja R/L
2	Machining	Hole/lubang baut pada gear reducer tidak center ditengah
3	Machining	Kedalaman alur key pada output shaft gear reducer tidak standard
4	Design	Dimensi casting High Speed gear No. Gbr 228GL-228 tidak sesuai gambar
5	Design	Siku 120x120 pada frame extension (R/L) kependekan/salah design
6	Taping	Tubing Off level tidak dapat di Assembly terhadap oil level/ ulirnya berbeda

4.2 Analisa penyebab kegagalan dengan Model Failure Mode Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan prosedur untuk mengidentifikasi dan menilai resiko-resiko yang berhubungan dengan potensi terjadinya suatu kegagalan. Tabel FMEA hasil brainstorming dengan pihak ahli dari perusahaan yang dapat dilihat pada tabel 3.11. Pada tabel tersebut, penilaian dilakukan berdasarkan keterangan dengan pembobotan nilai yang telah ditentukan. Penilaian ini kemudian diberikan peringkat (*rank*) berdasarkan *Risk Priority Number* (RPN). Penilaian dari *Risk Priority Number* (RPN) berasal dari perkalian antara *frequency of Occurrence*, *Degree of Severity* dan *chance of detection*. RPN menggambarkan nilai resiko dari kegagalan yang terjadi. Peringkat berdasarkan RPN tersebut dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.5 Ranking penyebab kegagalan berdasarkan RPN

Rank	Cause	Potensial cause of failre	RPN	Percentage
1	C	Cacat/defect dari pihak supplier	420	25.07%
2	D	Operator membuat dimensi part high speed gear tidak sesuai gambar	343	20.48%
3	F	Kesalahan operator pada proses Tapping	324	19.34%
4	E	Salah gambar/design frame extension di departemen engineering	288	17.19%
5	A	Kesalahan proses machining pada pembuatan dimensi output shaft gear reducer	180	10.75%
6	B	Kesalahan operator dalam pembuatan lubang baut (drilling)	120	7.16%



Gambar 4.4 Bar chart column persentase penyebab kegagalan pada FMEA

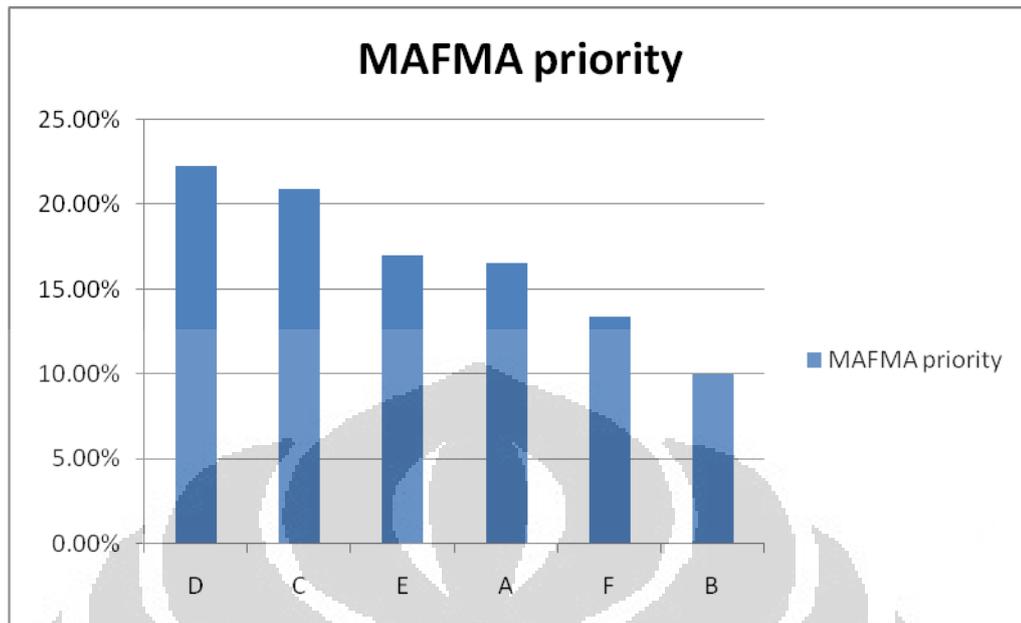
Dilihat dari hasil form FMEA diatas bahwa ternyata penyebab kegagalan yang paling potensial pada proses produksi *pumping unit* adalah Cacat/defect dari pihak supplier pada bagian *gear reducer* (*Cause C*) yang mempunyai nilai RPN mencapai 420. Tetapi nilai ini tidak akan menjadi acuan karena belum dimasukkannya aspek biaya sebagai bagian dari metode MAFMA.

4.3 Analisa dengan metode hirarki MAFMA (*Multi Attribute Failure Mode Analysis*)

Struktur hirarki MAFMA terdiri dari 4 kriteria yaitu *severity*, *chance of failire (occurrence)*, *chance non detection (detecability)*, dan *expected cost*. Metode MAFMA didasarkan hasil perhitungan bobot kriteria dan bobot alternatif untuk semua kriteria pada struktur AHP. Setelah itu, dilakukan perhitungan bobot alternatif untuk menentukan faktor penyebab kegagalan potensial.

Tabel 4.6 Ranking penyebab kegagalan struktur hirarki MAFMA

Rank	Cause	Potensial cause of failre	Priority	Percentage
1	D	Operator membuat dimensi part high speed gear tidak sesuai gambar	0.22299	22.30%
2	C	Cacat/defect dari pihak suplier	0.20914	20.91%
3	E	Salah gambar/design frame extension di departemen engineering	0.16965	16.96%
4	A	Kesalahan proses machining pada pembuatan dimensi output shaft gear reducer	0.16533	16.53%
5	F	Kesalahan operator pada proses Tapping	0.13347	13.35%
6	B	Kesalahan operator dalam pembuatan lubang baut (drilling)	0.09942	9.94%



Gambar 4.5 Bar chart column persentase penyebab kegagalan pada struktur hirarki MAFMA

Bila dilihat dari hasil pengolahan data berdasarkan hirarki MAFMA diatas, maka akan terlihat bahwa ternyata penyebab kegagalan yang paling potensial pada proses produksi *pumping unit* adalah operator membuat dimensi part high speed gear tidak sesuai gambar (*Cause D*) yang mempunyai nilai presentase yang mencapai 22.37%. Peringkat ini berubah bila dibandingkan bila dengan model FMEA sebelumnya dimana *Cause C* ternyata lebih dominan dibandingkan dengan *Cause D*. Hal ini terjadi karena dimasukkannya aspek biaya pada perhitungan penyebab kegagalan potensial pada struktur hirarki MAFMA.

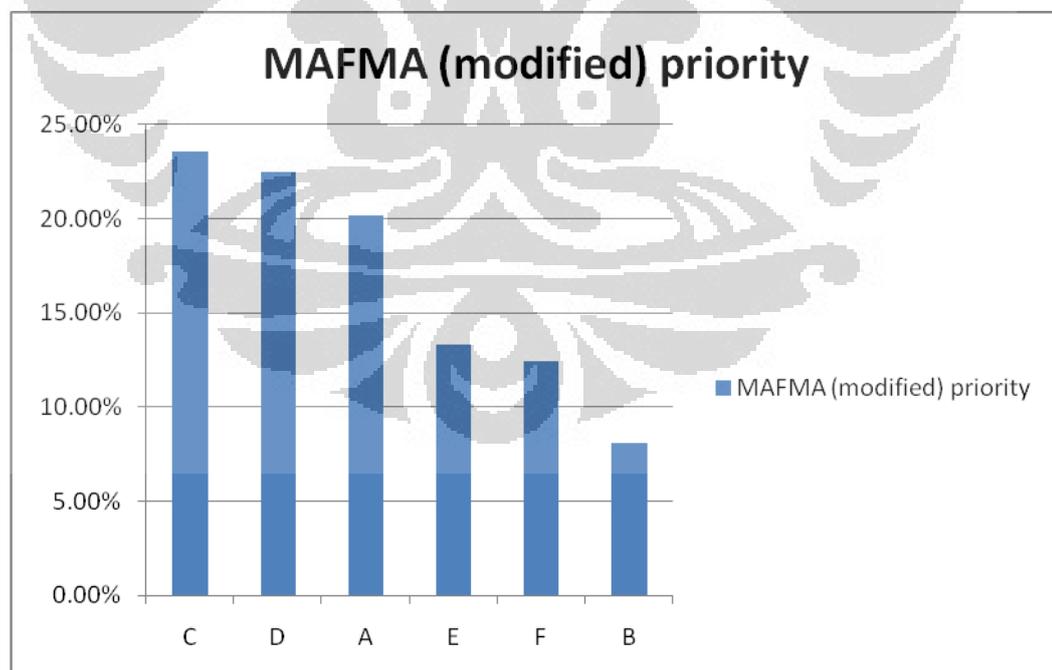
4.4 Analisa dengan metode hirarki MAFMA (*modified*).

Karena dari pihak perusahaan PT. XYZ belum begitu puas dengan aspek perhitungan *severity* pada model form FMEA yang belum bisa mengakomodir aspek penurunan kualitas pada produk, maka akhirnya penulis melakukan penyesuaian pada struktur model hirarki MAFMA dimana pada bagian aspek *severity* tidak digunakan data dari form FMEA. Setelah itu Aspek *severity* tersebut diganti dengan subkriteria baru yang telah di *breakdown* menjadi 3 subkriteria

yaitu *operation delay*, *Time to Repair*, dan *Potential part damage*. Hasil dari perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.7 dan gambar 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.7 Ranking penyebab kegagalan struktur hirarki MAFMA (*modified*)

Rank	Cause	Potensial cause of failre	Priority	Percent
1	C	Cacat/defect dari pihak suplier	0.23546	23.55%
2	D	Operator membuat dimensi part high speed gear tidak sesuai gambar	0.22477	22.48%
3	A	Kesalahan proses machining pada pembuatan dimensi output shaft gear reducer	0.20191	20.19%
4	E	Salah gambar/design frame extension di departemen engineering	0.1331	13.31%
5	F	Kesalahan operator pada proses Tapping	0.12435	12.44%
6	B	Kesalahan operator dalam pembuatan lubang baut (drilling)	0.08096	8.10%

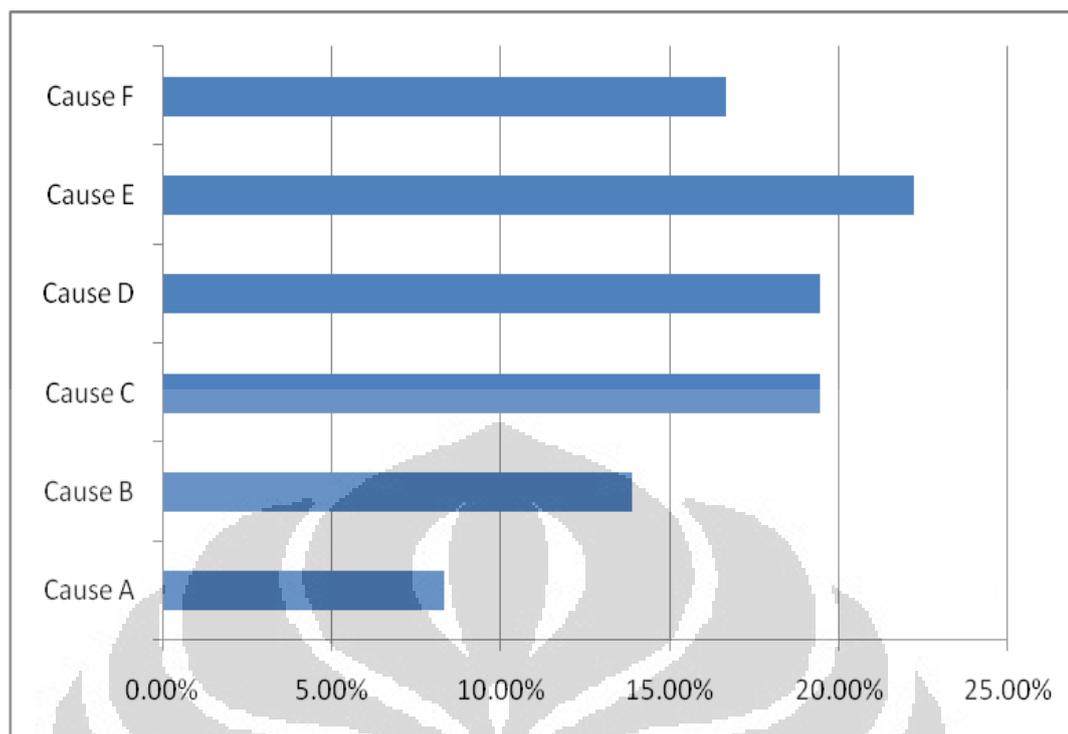


Gambar 4.6 Bar chart column persentase penyebab kegagalan pada struktur hirarki MAFMA (*Modified*)

Seperti yang bisa dilihat dari hasil pengolahan data berdasarkan hirarki MAFMA yang telah dimodifikasi pada tabel diatas, maka hasil yang terlihat ternyata penyebab kegagalan yang paling potensial pada proses produksi *pumping unit* adalah Cacat/defect dari pihak supplier pada bagian *gear reducer* (*Cause C*) yang mempunyai nilai persentase yang mencapai 23.55%. Peringkat ini kembali berubah bila dibandingkan bila dengan model MAFMA sebelum dimodifikasi pada bagian *severity* dimana *Cause D* ternyata lebih dominan dibandingkan dengan *Cause C*. Hal ini terjadi karena dimasukkannya aspek *severity* yang baru pada perhitungan penyebab kegagalan potensial pada struktur hirarki MAFMA yang telah dimodifikasi. Berikut ini adalah gambar 4.7 dan 4.8 yang menunjukkan perbedaan proporsi pada kriteria *severity* saat sebelum dan sesudah dilakukan penyesuaian

Tabel 4.8 Bobot *local priority* pada kriteria *severity* struktur hirarki MAFMA

Severity		
Cause of failure	Score	Local Priority
Cause A	3	8.33%
Cause B	5	13.89%
Cause C	7	19.44%
Cause D	7	19.44%
Cause E	8	22.22%
Cause F	6	16.67%

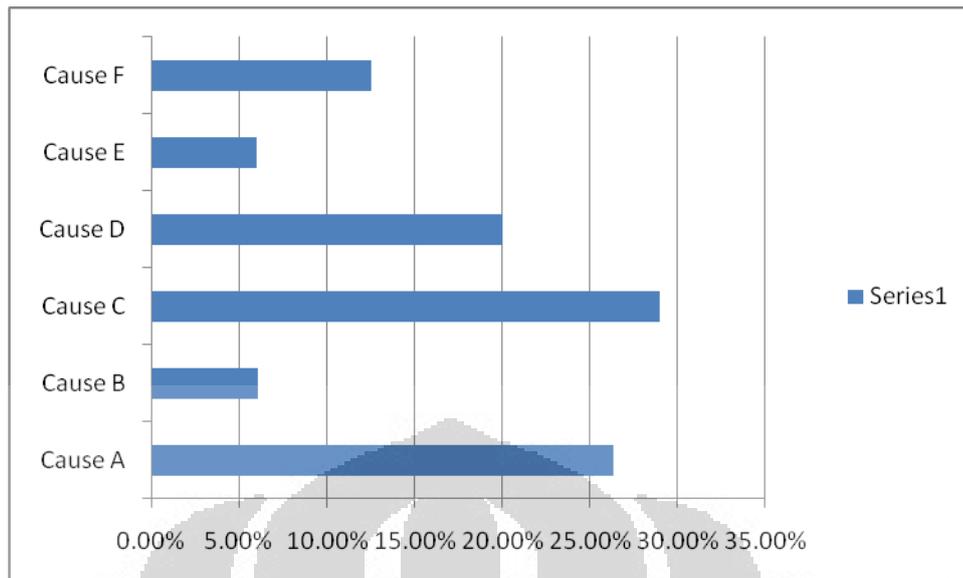


Gambar 4.7 *Bar chart* persentase penyebab kegagalan pada kriteria *severity* di struktur hirarki MAFMA

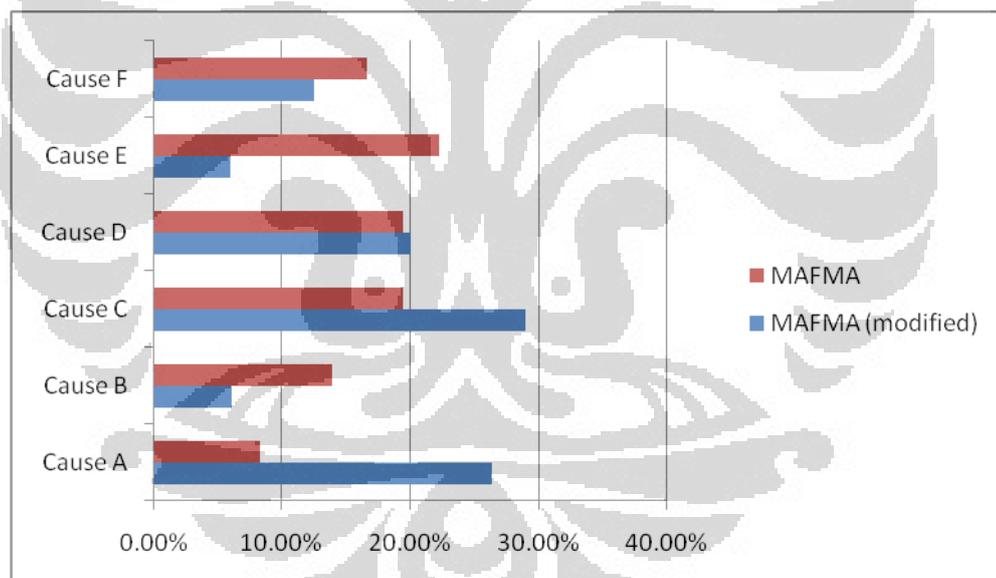
Tabel 4.9 Bobot *local priority* pada kriteria *severity* di struktur hirarki MAFMA setelah dilakukan penyesuaian

Sum of total severity evaluation

Cause of failure	Evaluation
Cause A	26.37%
Cause B	6.07%
Cause C	29.01%
Cause D	20.01%
Cause E	6.02%
Cause F	12.55%



Gambar 4.8 *Bar chart* persentase penyebab kegagalan pada kriteria *severity* struktur hirarki MAFMA (*modified*)



Gambar 4.9 *Bar chart* perbandingan persentase penyebab kegagalan pada kriteria *severity* struktur hirarki MAFMA sebelum dan setelah dilakukan penyesuaian

Bila dilihat secara seksama, maka dapat terlihat bahwa *cause A* mendapat kenaikan bobot yang paling besar diantara penyebab kegagalan lainnya. Hal ini disebabkan karena subkriteria *potential part damage* mempunyai proporsi yang besar, yaitu sekitar 54% sehingga *cause A* dinilai memiliki dampak yang besar pada kerusakan *part* dan mempunyai potensi menurunkan kualitas produk

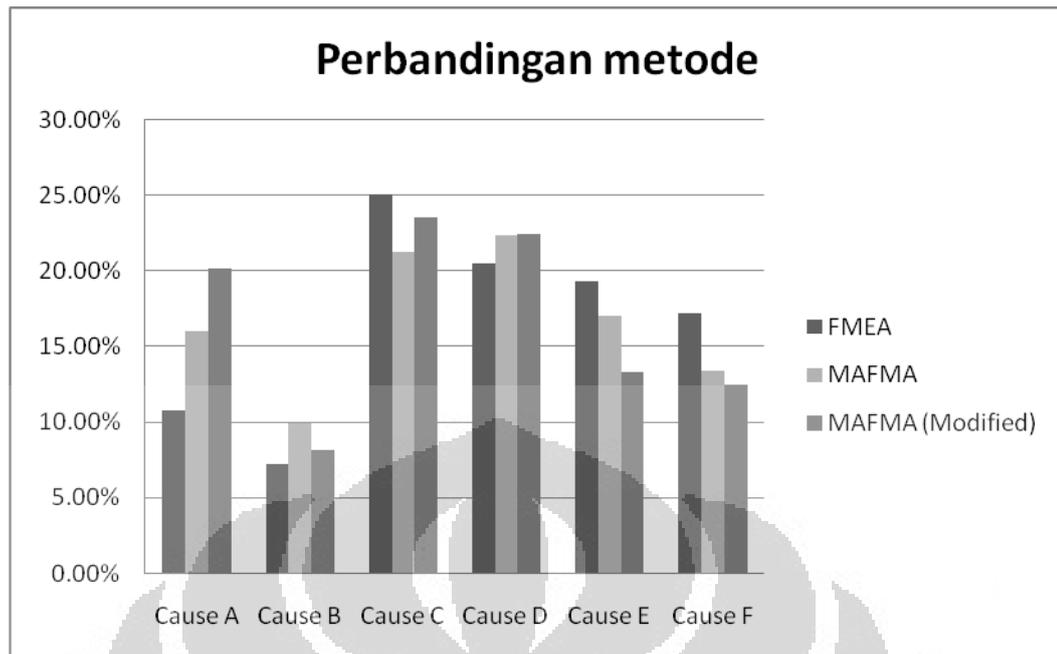
pumping unit. Hal yang sama juga terjadi pada *cause C* yang memiliki potensi besar untuk menurunkan kualitas produk. Pada *Cause E*, *Cause B* dan *Cause F* mempunyai proporse lebih rendah pada aspek *severity* sebelumnya karena dinilai memiliki memiliki dampak kerusakan yang rendah.

4.5 Perbandingan hasil antara FMEA, MAFMA dan MAFMA (*modified*)

Setiap metode mamiliki kelebihan dan kelemahannya masing-masing, disini penulis ingin mambandingkan hasil antar metode. Dari hasil pengolahan setiap metode sebelumnya tampak jelas bahwa *Cause C* dan *Cause D* hanya mempunyai sedikit perbedaan dalam hal bobot, kecuali pada model FMEA dimana *Cause C* terlihat lebih dominan dibandingkan dengan penyebab kegagalan lainnya.

Tabel 4.10 Perbandingan persentase setiap penyebab antar metode

Rank	FMEA	Percentage	MAFMA	Percentage	MAFMA (<i>Modified</i>)	Percentage
1	Cause C	25.07%	Cause D	22.29%	Cause C	23.55%
2	Cause D	20.48%	Cause C	20.91%	Cause D	22.48%
3	Cause E	19.34%	Cause E	16.96%	Cause A	20.19%
4	Cause F	17.19%	Cause A	16.53%	Cause E	13.31%
5	Cause A	10.75%	Cause F	13.34%	Cause F	12.44%
6	Cause B	7.16%	Cause B	9.94%	Cause B	8.10%



Gambar 4.10 Gambar *chart* perbandingan persentase setiap metode

Secara garis besar perbedaan antar metode dapat dilihat pada gambar 4.10 diatas. Tetapi untuk melihat analisis lebih detailnya, penulis akan menjabarkannya pada subbab dibawah ini.

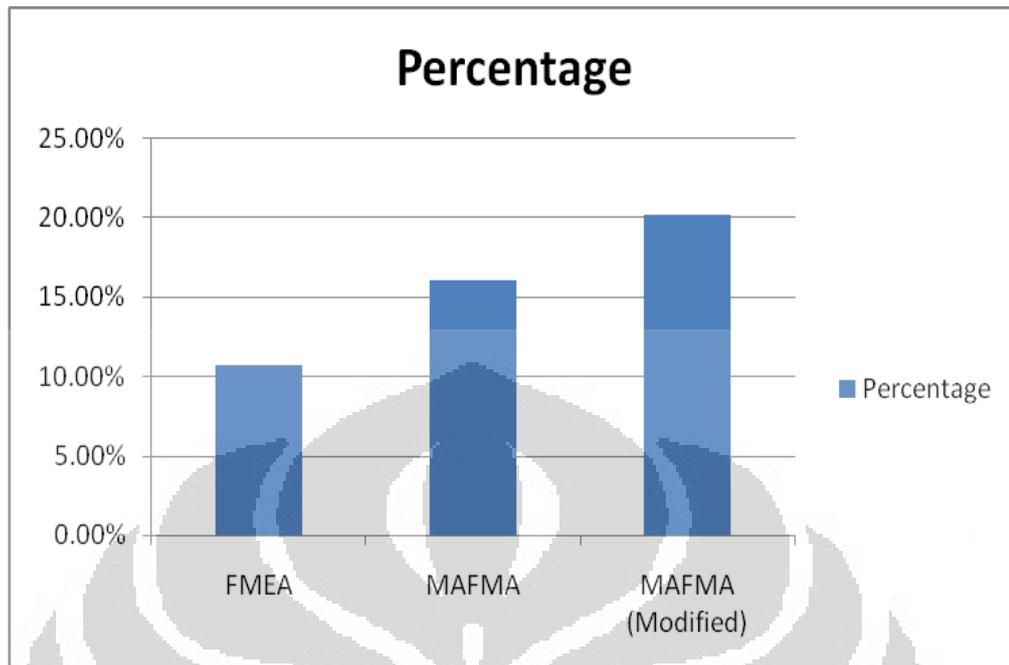
4.5.1 Perbandingan hasil pada *Cause A*

Pada *cause A* terjadi kenaikan pada setiap metode yang diterapkan. Hal ini dapat dilihat pada struktur hirarki MAFMA yang bobotnya lebih besar daripada FMEA. Setelah dimasukan faktor biaya (*expected cost*), *cause A* mengalami kenaikan prioritas karena mempunyai biaya yang relatif lebih besar dibandingkan penyebab kegagalan yang lain.

Tabel 4.11 Perbandingan persentase *Cause A* pada setiap metode

Cause A

No.	Method	Percentage
1	FMEA	10.75%
2	MAFMA	16.53%
3	MAFMA (<i>Modified</i>)	20.19%



Gambar 4.11 Grafik perbandingan persentase *Cause A* pada setiap metode

Begitu juga saat dimasukkannya kriteria *severity* yang baru pada MAFMA yang telah dilakukan penyesuaian. *Cause A* dianggap memiliki dampak kerusakan *part* yang cukup besar dibandingkan dengan penyebab yang lain dan berpotensi mengurangi kualitas dari produk tersebut sehingga *cause A* mengalami kenaikan bobot menjadi 20.19%.

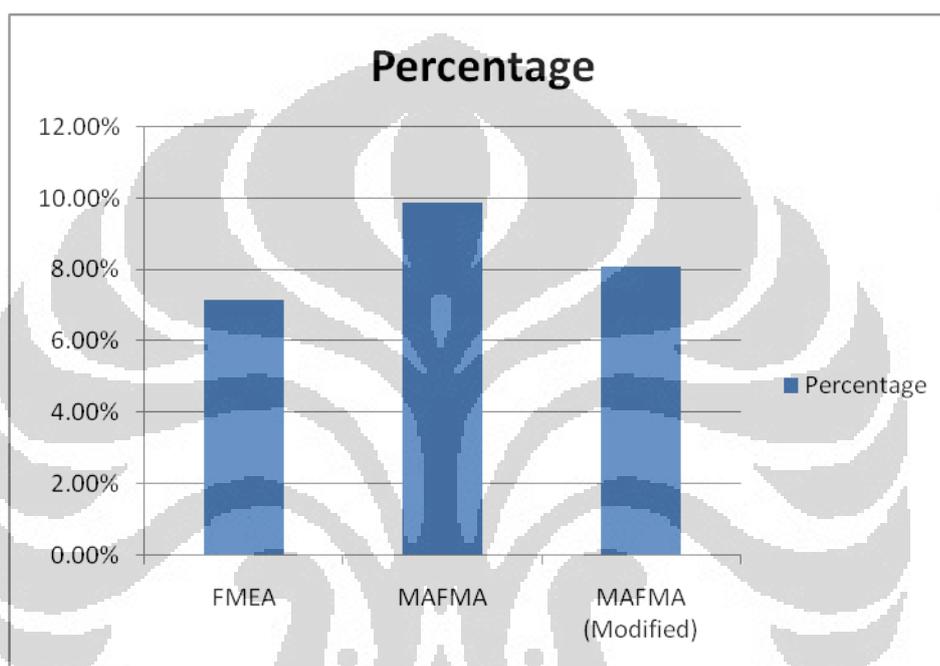
4.5.2 Perbandingan hasil pada *Cause B*

Pada *cause B* juga terjadi kenaikan pada metode struktur hirarki MAFMA yang bobotnya lebih besar daripada FMEA. Setelah dimasukkan faktor biaya (*expected cost*), *cause B* mengalami kenaikan prioritas dari 7.16% menjadi 9.94% karena mempunyai biaya yang relatif lebih besar dibandingkan penyebab kegagalan yang lain.

Tabel 4.12 Perbandingan persentase *Cause B* pada setiap metode

Cause B

No.	Method	Percentage
1	FMEA	7.16%
2	MAFMA	9.94%
3	MAFMA (<i>Modified</i>)	8.10%



Gambar 4.12 Grafik perbandingan persentase *Cause B* pada setiap metode

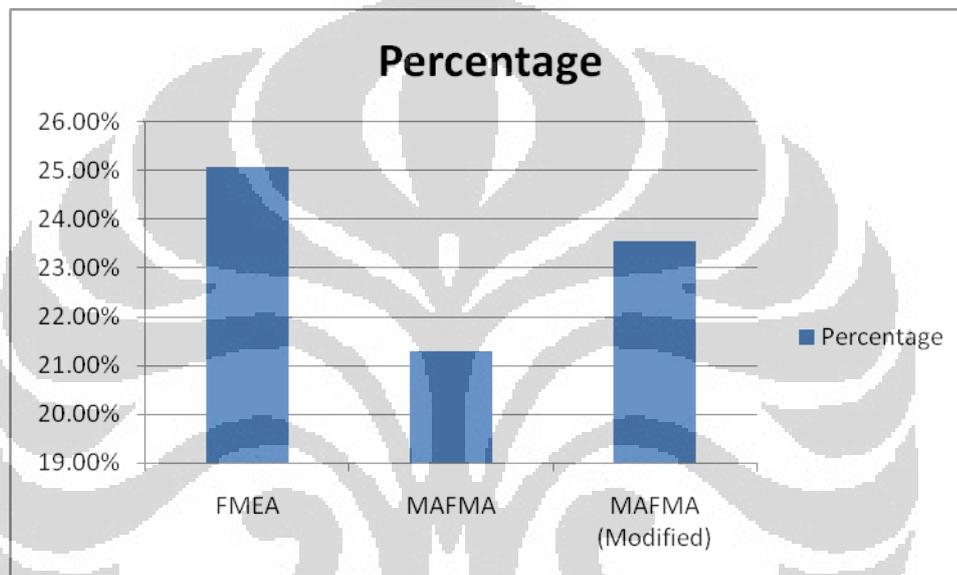
Tetapi pada saat dimasukkannya kriteria *severity* yang baru pada MAFMA yang telah dilakukan penyesuaian. *Cause B* mengalami penurunan bobot menjadi 8,10%. Hal ini disebabkan *cause B* dianggap memiliki dampak kerusakan *part* yang tidak terlalu besar dibandingkan dengan penyebab yang lain.

4.5.3 Perbandingan hasil pada *Cause C*

Pada *cause C*, nilai pada FMEA lebih besar bobotnya yaitu sekitar 25.07% dibandingkan dengan MAFMA yang sebesar 20.91%. Hal ini disebabkan *cause C* mempunyai biaya yang relatif lebih kecil dibandingkan penyebab kegagalan yang lain saat dimasukan kriteria *expected cost*.

Tabel 4.13 Perbandingan persentase *Cause C* pada setiap metode
Cause C

No.	Method	Percentage
1	FMEA	25.07%
2	MAFMA	20.91%
3	MAFMA (<i>Modified</i>)	23.55%



Gambar 4.13 Grafik perbandingan persentase *Cause C* pada setiap metode

Saat dimasukkannya kriteria *severity* yang baru pada MAFMA yang telah dilakukan penyesuaian. *Cause C* dianggap memiliki dampak kerusakan *part* yang cukup besar dibandingkan dengan penyebab yang lain dan berpotensi mengurangi kualitas dari produk tersebut sehingga *cause C* mengalami kenaikan bobot menjadi 23.55%.

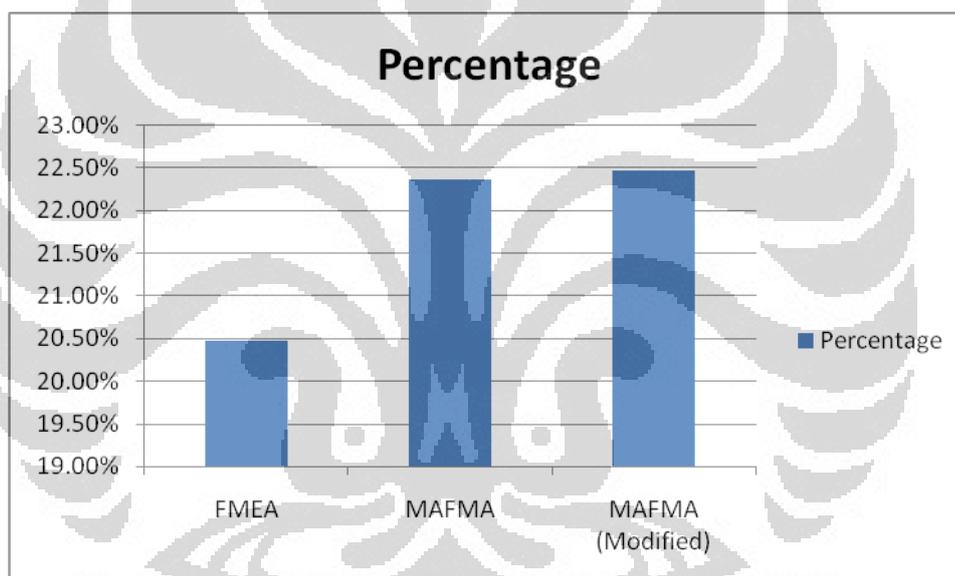
4.5.4 Perbandingan hasil pada *Cause D*

Pada *cause D* terjadi kenaikan pada setiap metode yang diterapkan. Hal ini dapat dilihat pada struktur hirarki MAFMA yang bobotnya lebih besar daripada FMEA. Setelah dimasukkan faktor biaya (*expected cost*), *cause D* mengalami

kenaikan prioritas dari 20.48% menjadi 22.23 % karena mempunyai biaya yang relatif lebih besar dibandingkan penyebab kegagalan yang lain.

Tabel 4.14 Perbandingan persentase *Cause D* pada setiap metode
Cause D

No.	Method	Percentage
1	FMEA	20.48%
2	MAFMA	22.23%
3	MAFMA (<i>Modified</i>)	22.48%



Gambar 4.14 Grafik perbandingan persentase *Cause D* pada setiap metode

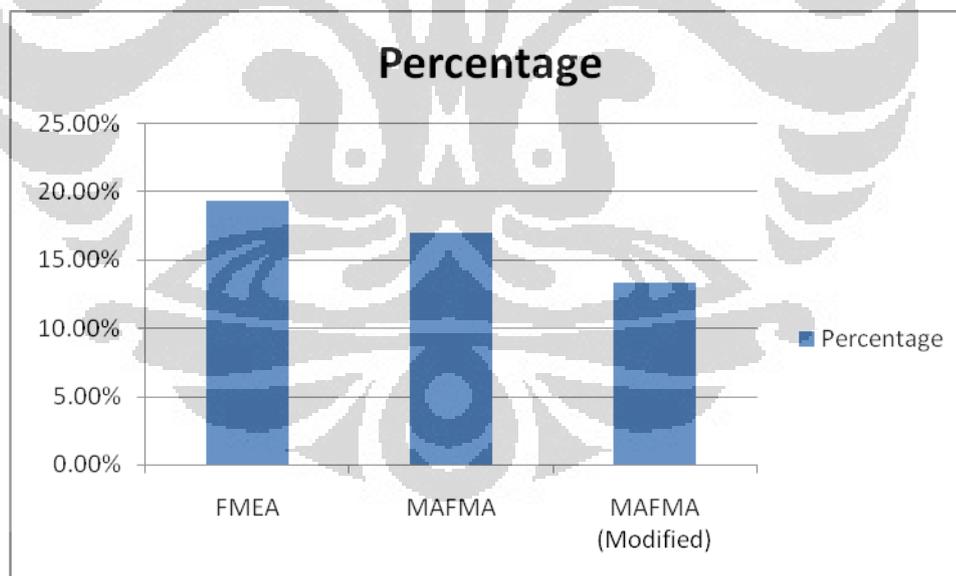
Begitu juga saat dimasukkannya kriteria *severity* yang baru pada MAFMA yang telah dilakukan penyesuaian. *Cause D* dianggap memiliki dampak kerusakan *part* yang sedikit lebih besar dibandingkan dengan penyebab yang lain sehingga *cause D* mengalami kenaikan bobot yang tipis menjadi 22.48%.

4.5.5 Perbandingan hasil pada *Cause E*

Pada *cause E* terjadi penurunan bobot pada setiap metode yang diterapkan. Hal ini dapat dilihat pada struktur hirarki MAFMA yang bobotnya menjadi lebih kecil daripada FMEA. Setelah dimasukkan faktor biaya (*expected cost*), *cause E* mengalami penurunan prioritas karena mempunyai biaya yang relatif lebih kecil dibandingkan penyebab kegagalan yang lain.

Tabel 4.15 Perbandingan persentase *Cause E* pada setiap metode

Cause E		
No.	Method	Percentage
1	FMEA	19.34%
2	MAFMA	16.96%
3	MAFMA (<i>Modified</i>)	13.31%



Gambar 4.15 Grafik perbandingan persentase *Cause E* pada setiap metode

Begitu juga saat dimasukkannya kriteria *severity* yang baru pada MAFMA yang telah dilakukan penyesuaian. *Cause E* dianggap memiliki dampak kerusakan *part* yang lebih kecil dibandingkan dengan penyebab yang lain dan

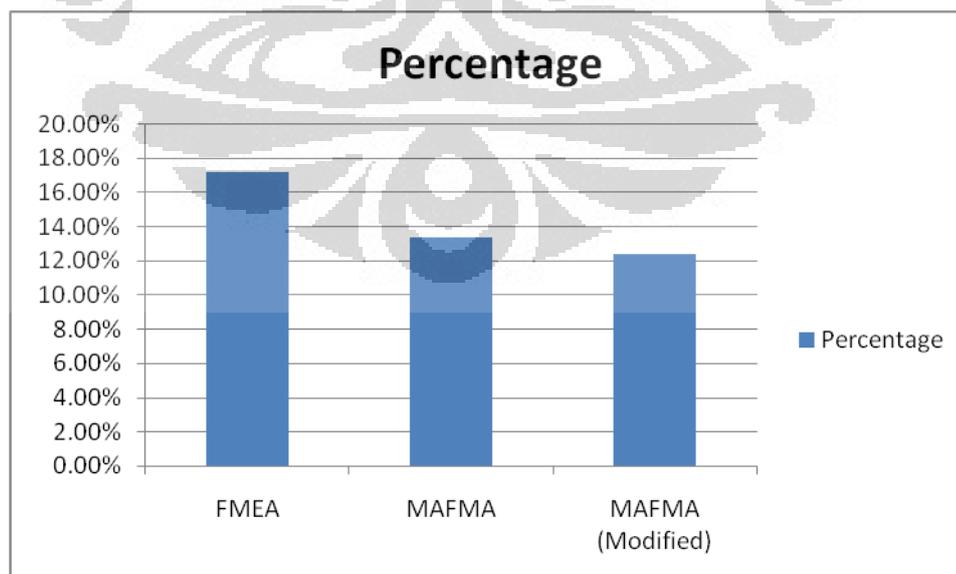
kurang berpotensi mengurangi kualitas dari produk tersebut sehingga *cause E* mengalami penurunan bobot menjadi 13.31%.

4.5.6 Perbandingan hasil pada *Cause F*

Pada *cause F* juga terjadi penurunan bobot pada setiap metode yang diterapkan. Hal ini dapat dilihat pada struktur hirarki MAFMA yang bobotnya menjadi lebih kecil daripada FMEA. Setelah dimasukan faktor biaya (*expected cost*), *cause F* mengalami penurunan prioritas dari 17.19% menjadi 13.34 % karena mempunyai biaya yang relatif lebih kecil dibandingkan penyebab kegagalan yang lain.

Tabel 4.16 Perbandingan persentase *Cause A* pada setiap metode
Cause F

No.	Method	Percentage
1	FMEA	17.19%
2	MAFMA	13.34%
3	MAFMA (<i>Modified</i>)	12.44%



Gambar 4.16 Grafik perbandingan persentase *Cause F* pada setiap metode

Begitu juga saat dimasukkannya kriteria *severity* yang baru pada MAFMA yang telah dilakukan penyesuaian. *Cause F* dianggap memiliki dampak kerusakan *part* yang lebih kecil dibandingkan dengan penyebab yang lain dan kurang berpotensi mengurangi kualitas dari produk tersebut sehingga *cause F* mengalami penurunan bobot menjadi 12.44%.

4.6 Usulan Perbaikan

Melihat hasil dari pengolahan data diatas, penulis memutuskan untuk membuat usulan perbaikan untuk *Cause C* dan *Cause D*. Hal ini didasari karena kedua penyebab kegagalan pada proses produksi tersebut menempati posisi teratas pada 2 metode, yaitu pada MAFMA dan MAFMA (*Modified*).

4.6.1 Usulan perbaikan untuk *Cause C*

Untuk *cause C* yaitu penyebab kegagalan disebabkan oleh Cacat/*defect* dari pihak supplier pada bagian *gear reducer*, Menurut pihak perusahaan, hal itu disebabkan karena pada bagian inspeksi kurang detail memeriksa ukuran setiap bagian pada *gear reducer* sehingga pihak perusahaan baru menyadari cacat tersebut saat part *gear reducer* sudah memasuki proses *assembly*. Akibatnya part *gear reducer* tidak dapat di *assembly* dengan *counter weight* dan harus di lakukan reparasi pada part tersebut. Sebenarnya pihak perusahaan bisa saja mengembalikan *gear reducer* tersebut ke pihak supplier sebagai klaim, tetapi proses pengembalian tersebut membutuhkan waktu dan tidak lebih menguntungkan mengingat potensi keterlambatan pengiriman yang mungkin akan terjadi sehingga mengakibatkan *penalty* dari pihak konsumen.

Pihak perusahaan menyatakan mereka memang tidak mempunyai supplier tetap dan memilih supplier berdasarkan supplier yang bisa memenuhi *demand* mereka saat itu juga. Dari sini penulis melihat bahwa perusahaan tersebut belum memiliki supplier utama untuk part *gear reducer* . Karena itu penulis mengusulkan untuk dilakukan evaluasi kinerja pemasok/supplier untuk part *gear*

reducer sehingga perusahaan bisa menentukan supplier mana yang akan menjadi prioritas utama saat melakukan pemesanan.

4.6.2 Usulan perbaikan untuk *Cause D*

Untuk *cause D* yaitu “operator membuat dimensi *high speed gear* tidak sesuai gambar”, penulis mendapatkan konfirmasi dari pihak perusahaan bahwa penyebab kegagalan ini murni kesalahan manusia. Pada saat akan dilakukan pengerjaan di proses *machining*, operator tidak menyadari bahwa rancangan *high speed gear* yang ia buat adalah rancangan dari tipe produk sebelumnya sehingga operator tersebut tidak membuat part tersebut sesuai dengan design saat itu. Hal ini terjadi karena rancangan lama dan rancangan yang baru mempunyai ukuran yang hampir sama sehingga operator kurang menyadari faktor tersebut.

Dari sini penulis melihat kurangnya inspeksi dari proses *design* ke bagian rantai produksi sehingga terjadi ketidaksesuaian hasil pada proses produksi. Penulis akhirnya mengusulkan untuk mengevaluasi SOP (*Standard Operational Procedure*) pada proses penerimaan dari bagian *Engineering* yang mengurus proses *design* ke bagian rantai produksi untuk lebih meminimalisir kesalahan yang sejenis terulang kembali.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada divisi *pumping unit* PT. XYZ yang terletak di Cileungsi dan diolah serta dianalisa dengan metode MAFMA yang telah dilakukan penyesuaian sesuai dengan kebutuhan perusahaan, telah diperoleh kesimpulan.

Proses yang menyumbang kegagalan terbesar adalah proses *machining* yang menyumbang 47.01%. Disini penulis memutuskan untuk menangani proses *machining*, *design*, dan *taping* yang menyumbang 86.57% jumlah kegagalan pada proses produksi.

Daftar kegagalan potensial yang akan ditindak lanjut diantaranya adalah Dimensi alur key pada output shaft gear reducer tidak sejaja R/L, Hole/lubang baut pada gear reducer tidak center ditengah, Kedalaman alur key pada output shaft gear reducer tidak standard, Dimensi casting High Speed gear No. Gbr 228GL-228 tidak sesuai gambar, Siku 120x120 pada frame extension (R/L) kependekan/salah design, Tubing Off level tidak dapat di Assembly terhadap oil level/ ulirnya berbeda

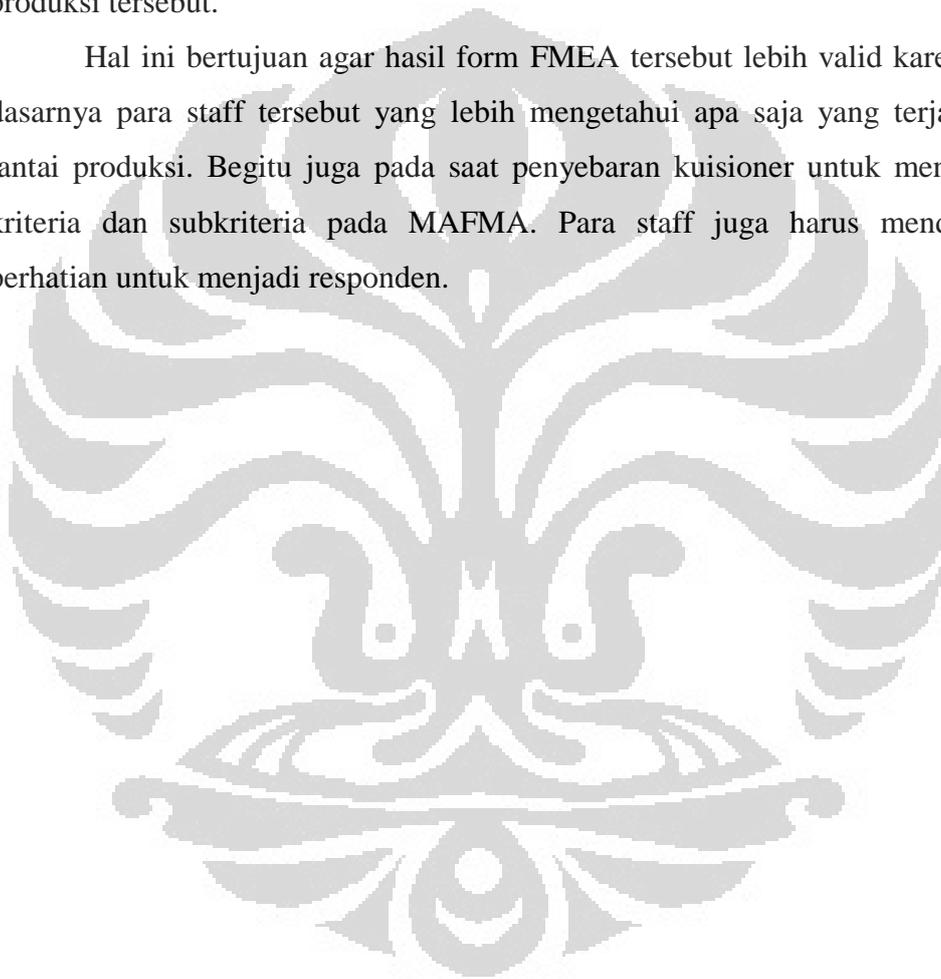
Pada hasil FMEA didapat bahwa ternyata penyebab kegagalan yang paling potensial pada proses produksi *pumping unit* adalah “Cacat/defect dari pihak supplier pada bagian *gear reducer*”(Cause C) yang mempunyai nilai RPN mencapai 420. Kemudian pada struktur hirarki MAFMA terlihat bahwa ternyata penyebab kegagalan yang paling potensial pada proses produksi *pumping unit* adalah “operator membuat dimensi part high speed gear tidak sesuai gambar” (Cause D) yang mempunyai nilai presentase yang mencapai 22.37%.

Tetapi pada hirarki MAFMA yang telah disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan, hasil yang terlihat ternyata kembali seperti hasil dari FMEA yaitu penyebab kegagalan yang paling potensial pada proses produksi *pumping unit* adalah Cacat/defect dari pihak supplier pada bagian *gear reducer* (Cause C) yang mempunyai nilai presentase yang mencapai 23.55%.

5.2 Saran

Pada laporan ini, penulis mengusulkan agar pada penelitian selanjutnya pembuatan form FMEA dilakukan tidak hanya melakukan *brainstorming* dengan kepala dan wakil kepala departemen tetapi juga dengan seluruh staff pada departemen-departemen yang terkait dengan insiden ketidaksesuaian pada proses produksi tersebut.

Hal ini bertujuan agar hasil form FMEA tersebut lebih valid karena pada dasarnya para staff tersebut yang lebih mengetahui apa saja yang terjadi pada lantai produksi. Begitu juga pada saat penyebaran kuisisioner untuk menentukan kriteria dan subkriteria pada MAFMA. Para staff juga harus mendapatkan perhatian untuk menjadi responden.



DAFTAR REFERENSI

- Braglia, Marcello, (2000), *MAFMA: Multi Attribute Failure Mode Analysis*,
University of Pisa, Italy
- Saaty, Thomas L., (1991), *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin*, PT
Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
- Kmenta, S., Jan. 2002. "Scenario-based FMEA Using Expected Cost A New
Perspective on Evaluating Risk in FMEA". **IIE Workshop**.
- McDermott, R. E., Mikulak, R. J., dan Beauregard, M. 2002. "Failure Modes and
Effects Analysis (FMEA)". **FMEA Team Instruction Guide**. Southern
California: Kaiser Permanente
- Purdianta. Okt. 2008. **Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)**.
<URL:<http://www.ptits.com/index.php/resources/39-quality/62-failure-modes-and-effectsanalysis-fmea.htm>>.
- Saaty TL. *Fundamentals of Decision Making with the Analytic Hierarchy
Process*. RWS Publications: Pittsburgh, PA, 2000.
- Ben-Daya, M. and Raouf, A. (1996), "A revised failure mode and effect analysis
model", *International Journal of Quality & Reliability Management*,
Vol.13 No.1, pp. 43-7
- Setiawan Eko,(2004), *Aplikasi Fuzzy Preference Relation, Fuzzy Quantifier Most,
dan Fuzzy AHP dalam Pemilihan Pejabat Struktural Teknik Industri UMS*,
National Conference: Design and Application of Technology 2004