

**ANALISIS TEGANGAN PIPA, DEFLEKSI, PEMERIKSAAN KEBOCORAN  
FLANGE DAN PEMERIKSAAN BEBAN PADA *NOZZLE SUCTION PUMP* DENGAN  
*SOFTWARE CAESAR II* VERSI 7.00 PADA JALUR PIPA 11-1307 A DI *FUEL OIL*  
*COMPLEX II* PT PERTAMINA *REFINERY* UNIT IV CILACAP**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Untuk Mencapai Derajat Sarjana Strata-1

Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh:**

**DANI PRAKOSO**

**20120130102**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**YOGYAKARTA**

**2016**

## **PERNYATAAN**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 Agustus 2016

**Dani Prakoso**

**20120130102**

## PERSEMBAHAN



*Dengan mengucap Alhamdulillah serta sujud pada Allah SWT,  
saya mempersembahkan karya ini kepada:*

*Orang-orang yang selalu berarti dalam hidup saya.*

*Bapak Mulyono dan Ibu Rorohbana engkau berdua yang selalu  
tak pernah lelah membimbingku hingga saat ini.*

*Adik tercinta Khoiryyatul mar'ah yang selalu berdoa agar  
kakaknya lulus tepat waktu.*

*Pak Ponidi, Pak Priyono, Pak selamat yang selalu  
memberikan motivasi.*

*Teman-teman teknik mesin angkatan 2012 Universitas  
Muhammadiyah Yogyakarta, terutama keluarga besar  
SELE'NK kelas B dan buat teman-teman yang telah  
membantu dalam penulisan laporan tugas akhir ini*

## **HALAMAN MOTTO**

“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar” (Al-Baqarah:153)

“Yang penting yakin insyaallah halangan sebesar apapun dapat dilewati” (KKN 14 UMY 2016)

“Always be yourself and never be anyone else even if they look better than you.”

“Success is not measured by wealth, success is an achievement that we want.”

**ANALISIS TEGANGAN PIPA, DEFLEKSI, PEMERIKSAAN KEBOCORAN  
FLANGE DAN PEMERIKSAAN BEBAN PADA NOZZLE SUCTION PUMP  
DENGAN SOFTWARE CAESAR II VERSI 7.00 PADA JALUR PIPA 11-1307  
A DI FUEL OIL COMPLEX II PT PERTAMINA REFINERY UNIT IV  
CILACAP**

**Dani Prakoso**  
**Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah**  
**Yogyakarta**  
**daniprakoso1234@gmail.com**

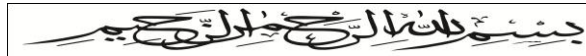
Sistem jalur pipa (*pipeline system*) adalah sebuah mekanisme sistem struktur pipa yang memanfaatkan tekanan untuk pendistribusian minyak dan gas bumi. Sistem perpipaan harus mampu menahan semua beban yang bekerja, baik itu beban statik yaitu beban yang besarnya tetap sepanjang waktu, maupun beban dinamik yaitu beban yang berubah-ubah menurut fungsi waktu. Sistem perpipaan mempunyai kemungkinan adanya jalur pipa kritis (*critical pipe line*), yaitu jalur pipa yang mengalami tegangan melebihi kekuatan izin material. Penyebabnya antara lain diameter pipa yang besar atau fluida kerja bersuhu dan bertekanan tinggi yang berakibat terjadi kegagalan.

Dalam penelitian ini menganalisis tegangan, defleksi, kebocoran *flange* dan beban pada *nozzle suction pump*. Analisis dilakukan dengan cara memodelkan sistem perpipaan pada jalur pipa 11-1307 A di *fuel oil complex II* PT PERTAMINA refinery unit IV Cilacap pada perangkat lunak CAESAR II versi 7.00 dengan memasukkan data - data sistem instalasi yang ada seperti beban statis yang meliputi beban tekanan, beban temperatur, beban berat dan beban dinamis meliputi beban angin dan gempa, analisis yang dilakukan akan mengacu pada *code* yang mengatur proses perpipaan, yaitu ASME B31.3 *Process Piping*, (ASME B31.3, 1999).

Setelah dilakukan pemodelan dapat diketahui terjadi *overstress* > 100% (ratio terbesar pada *loadcase* 3 sebesar 109,12% pada *node* 310). Setelah melakukan modifikasi dengan penambahan *support* pada *node* 30 (+Z), 40 (+Z), 60 (Z dan Y), 70 (+Z dan Y), 80 (+Z), 210 (guide dan Z), 220 (+Z) dan 240 (+Y) di dapat hasil akhir sebagai berikut : analisa tegangan pipa (ratio terbesar pada *loadcase* 11 sebesar 36,50% pada *node* 28), defleksi maksimum terdapat pada *loadcase* 2 dan 9 sumbu DX (4,5 mm di *node* 209), *Flange* tidak mengalami kebocoran (ratio terbesar pada *loadcase* 12 sebesar 47,16% pada *flange node* 10) dan pembebanan pada *nozzle suction pump node* 300 dan 340 tidak melebihi standar API 610 *Centrifugal Pump* dengan kriteria *Heavy Duty Pump*, maka jalur pipa 11-1307 A di *fuel oil complex II* PT PERTAMINA refinery unit IV Cilacap sekarang dinyatakan lebih aman.

***Kata Kunci:*** Sistem Perpipaan, Caesar II versi 7.00, Tegangan Pipa, Defleksi, Pemeriksaan Kebocoran Flange, Pemeriksaan Beban Nozzle Suction Pump.

## KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat rahmat dan karunianya yang dilimpahkan-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul ” Analisis Tegangan Pipa, Defleksi dan Pemeriksaan Kebocoran *Flange* Dengan *Software Caesar II Versi 7.00* Pada Jalur Pipa 11-1307 A di *Fuel Oil Complex II* PT PERTAMINA *Refinery* Unit IV CILACAP ”. Peneliti melakukan penelitian dengan cara menganalisis tegangan, defleksi, kebocoran *flange* dan beban pada *nozzle suction pump*. Analisis dilakukan dengan cara memodelkan sistem perpipaan pada jalur pipa 11-1307 A di *fuel oil complex II* PT PERTAMINA *refinery* unit IV Cilacap pada perangkat lunak *CAESAR II* versi 7.00 dengan memasukkan data - data sistem instalasi yang ada seperti beban statis yang meliputi beban tekanan, beban temperatur, beban berat dan beban dinamis meliputi beban angin dan gempa, analisis yang dilakukan akan mengacu pada *code* yang mengatur proses perpipaan, yaitu *ASME B31.3 Process Piping*, (*ASME B31.3*, 1999).

Laporan Tugas Akhir ini salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Pada kesempatan kali ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala rahmat yang dilimpahkan, sehingga penulis bisa melaksanakan tugas akhir ini dengan baik.
2. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan kritik dan saran guna sempurnanya tugas akhir ini.
3. Bapak Tito Hadji Agung Santosa, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah mengarahkan, membimbing, serta memberi nasihat selama

pelaksanaan penyusunan tugas akhir, terima kasih atas waktu dan masukannya bagi penulis dalam tugas akhir ini.

4. Bapak M. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah mengarahkan, membimbing, serta memberi nasihat selama pelaksanaan penyusunan tugas akhir, terima kasih atas waktu dan masukannya bagi penulis dalam tugas akhir ini.
5. Staf dan Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta semuanya yang tidak bias disebutkan satu persatu.
6. Keluarga besar SELENK kelas B Teknik Mesin UMY 2012 dan semua pihak yang telah membantu terlaksana dan terselesaikannya tugas akhir dan penyusunan laporan ini yang tidak tersebut namanya di sini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan laporan ini masih perlu penyempurnaan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun.

Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat khususnya bagi kita civitas akademika dan umumnya bagi pembaca semua, Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 15 Agustus 2016

**Dani Prakoso**

**20120130102**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	v
<b>INTISARI</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>NOTASI</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rangkuman Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Metode Penelitian .....	4
<b>BAB II DASAR TEORI</b>	
2.1. Analisis Tegangan Pipa .....	5
2.2. Kode Standar Desain Pipa .....	5
2.3. Tahap-tahap Perancangan Dalam Analisis Tegangan Pipa .....	7
2.4. Teori Tegangan – Regangan Pada Pipa .....	8
2.4.1. Tegangan Normal .....	11
2.4.1.1. Gaya Tarik .....	11
2.4.1.2. Momen Lentur .....	11
2.4.2. Tegangan Geser .....	13
2.4.2.1. Gaya Geser .....	13
2.4.2.3 Momen Puntir .....	14
2.5. Faktor – faktor Yang Menyebabkan Tegangan Dalam Pipa .....	15
2.5.1. Beban Panas ( <i>thermal</i> ) .....	15
2.5.2. Beban Berat .....	16
2.5.3. Tekanan Internal .....	16
2.5.3.1. Tegangan Longitudinal atau Aksial .....	17
2.5.3.2. Tegangan Transversal .....	18
2.6. Elemen Tegangan – Regangan Lingkaran Mohr .....	18



2.7. Teori Tegangan Normal Maksimum .....	21
2.8. Teori Tegangan Geser Maksimum (TRESKA) .....	21
2.9. Teori Energi Distorsi Maksimum (von mises) .....	21
2.10. Kelelahan Metal (Fatigue) .....	22
2.11. Tegangan Primer dan Tegangan Skunder .....	24
2.12. Beban Occasional .....	25
2.13. Beban Random .....	25
2.13.1. Beban Angin .....	26
2.13.2. Beban Gempa .....	27
2.14. Beban Kejut .....	28
2.14.1. Beban <i>Relief Valve</i> .....	28
2.14.2. Beban Karena Water Hammer atau Fluid Hammer .....	29
2.15. Tegangan dan Defleksi Karena Beban Bobot Mati .....	30
2.16. Persamaan Tegangan Kode ASME/ANSI B31.3 .....	33
2.16.1. Tegangan Karena Beban Tetap ( <i>Sustained load</i> ) .....	33
2.16.2. Tegangan Karena Beban Ekspansi ( <i>Expansion load</i> ) .....	33
2.16.3. Tegangan Karena Beban Occasional ( <i>Occasional load</i> ) .....	34
2.17. Metode Analisis Cek Kebocoran .....	34
2.17.1. <i>Flange</i> .....	34
2.17.2. <i>Gasket</i> .....	37
2.18. Pembatasan Tegangan Perpipaan Menurut Caesar II .....	38

### **BAB III SISTEM PERPIPAAN**

3.1. Perpipaan ( <i>piping</i> ) .....	40
3.1.1. Material Pipa .....	40
3.1.2. Jenis – jenis Pipa .....	41
3.1.2.1. Jenis Pipa Berdasarkan Fabrikasinya .....	41
3.1.2.3. Jenis Pipa Berdasarkan Jalur Perpipaannya .....	42
3.1.3. Standarisasi Pipa .....	43
3.1.4. Industrial Material .....	44
3.1.5. <i>Nominal Pipe Size (NPS)</i> dan <i>Schedule</i> pipa .....	45
3.1.6. Penentuan Rating Tekanan dan Temperatur .....	48
3.2. Komponen – komponen Perpipaan .....	49
3.2.1. <i>Fitting</i> .....	50
3.2.1.1. Macam – macam <i>Fitting</i> Dengan Sambungan Ujung <i>Butt welding</i> .....	51
3.2.1.2. <i>Fitting</i> Dengan sambungan Ujungnya Jenis <i>Socket Welding</i> .....	63
3.2.1.3. <i>Fitting</i> Dengan Sambungan Ujungnya Jenis <i>Screwed/Threaded</i> .....	65
3.2.2. Instrumentasi / Simbol Perpipaan .....	69
3.2.3. <i>Pipe support</i> .....	76

3.2.3.1. Standar – standar <i>Support</i> Yang Bisa Digunakan .....	76
3.2.4. Macam – macam Penyangga Pembebanan Statik .....	76

**BAB IV Perangkat Lunak (Software) CAESAR II Version 7.00.**

4.1. Pendahuluan .....	81
4.1.1. Penjelasan <i>Software CAESAR II</i> .....	82
4.1.1.1. <i>Complete</i> (Lengkap) .....	82
4.1.1.2. <i>Flexible</i> .....	83
4.1.1.3. Mudah Untuk Digunakan .....	83
4.1.1.4. Pembuktian .....	83
4.1.1.5. Penerimaan Universal .....	83
4.1.2. Kemampuan – kemampuan <i>CAESAR II</i> .....	83
4.1.2.1. Sistem Pemodelan .....	83
4.1.2.2. Analisis Statik .....	84
4.1.2.3. Analisis Dinamis .....	85
4.1.2.4. <i>Output</i> .....	85
4.1.2.5. Standar dan <i>Code</i> Analisis .....	86
4.2. Menu Utama Pada <i>CAESAR II Version 7.00.</i> .....	86
4.2.1. <i>New File</i> .....	87
4.2.2. <i>Make Unit File</i> .....	87
4.2.3. <i>Configuration Editor</i> .....	88
4.3. <i>Input Piping</i> .....	89
4.4. Aplikasi Khusus .....	90
4.4.1. <i>Bend</i> .....	91
4.4.2. <i>Valve</i> dan <i>Flange</i> .....	92
4.4.3. <i>Reducer</i> .....	93
4.4.4. <i>SIF</i> atau <i>Tee</i> .....	93
4.4.5. <i>Restrain</i> .....	94
4.5. <i>Static Analysis</i> .....	95
4.5.1. <i>Static and Dynamic Load</i> .....	95
4.5.2. <i>Load Case</i> .....	96
4.5.3. <i>Error Checking</i> .....	97
4.5.4. <i>Static Output Processor</i> .....	98
4.5.5. <i>Static Output Reports</i> .....	98

## **BAB V METODOLOGI**

5.1.Diagram Alir Pemodelan dan Pemeriksaan Tegangan, Defleksi dan Pemeriksaan Kebocoran <i>Flange</i> .....	99
5.2.Diagram Alir Pemeriksaan Kebocoran <i>Flange</i> .....	101
5.3.Persiapan Pendesainan .....	102
5.3.1.Penggunaan <i>Software</i> dan Alat Bantu Lainnya .....	102
5.4.Standar dan <i>Code</i> Yang Digunakan .....	103
5.5.Data – data Pemodelan Desain Dalam 3D <i>Modelling</i> .....	104
5.6. <i>Load Case</i> .....	104

## **BAB VI PEMBAHASAN DAN HASIL**

6.1. Pembahasan dan Hasil <i>CAESAR II</i> .....	105
6.2.Persiapan Pemodelan .....	105
6.2.1.Penomoran Nodal Pada Gambar Isometri .....	106
6.2.2.Pengaturan Unit Satuan Pada <i>CAESAR II</i> .....	109
6.2.3.Data – data Inti Jalur Perpipaan .....	110
6.2.4.Data Deskripsi Komponen Pada Jalur Perpipaan .....	111
6.3.Visualisasi Pemodelan Desain Sebelum Modifikasi .....	114
6.3.1.Analisis Tegangan Sebelum Modifikasi .....	114
6.3.2.Analisis Defleksi Sebelum Modifikasi .....	116
6.4.Modifikasi Desain .....	117
6.5.Analisis Perbandingan Tegangan Pipa Sebelum dan Sesudah Modifikasi .....	118
6.6.Analisis Perbandingan Defleksi Pipa Sebelum dan Sesudah Modifikasi .....	120
6.7. Analisis Kebocoran <i>Flange</i> .....	124

## **BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN**

7.1.Kesimpulan .....	148
7.2.Saran .....	149

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1.Faktor Reduksi .....	34
Tabel 2.2.Koefisien <i>Beta</i> pada <i>static Load</i> .....	36
Tabel 2.3.Koefisien <i>Beta static loads</i> dan <i>dynamic Loads</i> .....	37
Tabel 3.1.Material Perpipaan dan Aplikasinya .....	44
Tabel 3.2.Material Perpipaan yang Umum Digunakan .....	45
Tabel 3.3.Tabel Pipa .....	47
Tabel 3.4.Ketebalan Dinding .....	48
Tabel 3.5. <i>Bssic Allowable Stress</i> .....	49
Tabel 3.6. <i>Suggested Piping Spacing</i> .....	80
Tabel 6.1.Unit Satuan yang Dipakai Dalam Pemodelan .....	109
Tabel 6.2.Data Inti Jalur Perpipaan .....	110
Tabel 6.3.Data Deskripsi Komponen Pada Jalur Perpipaan .....	112
Tabel 6.4. <i>High Stress Summary</i> Sebelum modifikasi .....	115
Tabel 6.5.Nilai Defleksi Sebelum Modifikasi .....	116
Tabel 6.6.Tabel Modifikasi .....	117
Tabel 6.7.Tegangan Pipa Sebelum Modifikasi .....	119
Tabel 6.8.Tegangan Pipa Sesudah Modifikasi .....	119
Tabel 6.9.Defleksi Pipa Sebelum Modifikasi .....	120
Tabel 6.10.Defleksi Pipa Sesudah Modifikasi .....	121
Tabel 6.11.Perbandingan Defleksi yang Terjadi .....	122
Tabel 6.12. <i>Spans Of Horizontal Pipe</i> .....	123
Tabel 6.13. <i>Maximum Allowable Working Pressure</i> .....	126
Tabel 6.14.Faktor Beta .....	127
Tabel 6.15.Tabel <i>Force</i> dan <i>Moment Flange</i> node 10 .....	128
Tabel 6.16.Rasio Tekanan Equivalen Node 10 .....	129
Tabel 6.17. Tabel <i>Force</i> dan <i>Moment Flange</i> node 110 .....	130
Tabel 6.18. Rasio Tekanan Equivalen Node 110 .....	131
Tabel 6.19. Tabel <i>Force</i> dan <i>Moment Flange</i> node 130 .....	132
Tabel 6.20. Rasio Tekanan Equivalen Node 130 .....	133
Tabel 6.21. Tabel <i>Force</i> dan <i>Moment Flange</i> node 150 .....	134
Tabel 6.22. Rasio Tekanan Equivalen Node 150 .....	135
Tabel 6.23. Tabel <i>Force</i> dan <i>Moment Flange</i> node 190 .....	136
Tabel 6.24. Rasio Tekanan Equivalen Node 190 .....	137
Tabel 6.25. Tabel <i>Force</i> dan <i>Moment Flange</i> node 250 .....	138
Tabel 6.26. Rasio Tekanan Equivalen Node 250 .....	139

Tabel 6.27. Tabel <i>Force</i> dan <i>Moment Flange</i> node 270 .....	140
Tabel 6.28. Rasio Tekanan Equivalen Node 270 .....	141
Tabel 6.29. Tabel <i>Force</i> dan <i>Moment Flange</i> node 290 .....	142
Tabel 6.30 Rasio Tekanan Equivalen Node 290 .....	143
Tabel 6.31. Tabel <i>Force</i> dan <i>Moment Flange</i> node 330 .....	144
Tabel 6.32. Rasio Tekanan Equivalen Node 330 .....	145
Tabel 6.33. <i>Force and Moment Nozzle Suction Pump Node 200</i> .....	146
Tabel 6.34. <i>Force and Moment Nozzle Suction Pump Node 340</i> .....	146
Tabel 6.35.Standar API 610 ( <i>Heavy Duty Pump</i> ) .....	147

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Hubungan Antara Beberapa Disiplin Ilmu .....	7
Gambar 2.2.Indikasi Jalur Pipa Kritis .....	8
Gambar 2.3.Kurva Tegangan-Regangan Untuk Baja Karbon .....	9
Gambar 2.4.Diagram $\sigma - \epsilon$ .....	10
Gambar 2.5.Spesimen Uji Tarik .....	11
Gambar 2.6.Momen Lentur .....	12
Gambar 2.7.Gaya Geser Tunggal .....	13
Gambar 2.8.Batang Silindris Dengan Beban Puntiran .....	14
Gambar 2.9.Sambungan Pada Pipa .....	17
Gambar 2.10.Elemen Mesin Yang Diberi Gaya Tarik .....	19
Gambar 2.11.Eleme Tenggangan-Regangan Pada Kondisi 3 Dimensi .....	19
Gambar 2.12.Elemen Tegangan-Regangan Pada Kondisi 2 Dimensi .....	20
Gambar 2.13.Lingkaran <i>Mohr</i> .....	20
Gambar 2.14.Kurva Maksimum <i>Range</i> Dari Tegangan .....	23
Gambar 2.15.Profil Beban Angin .....	26
Gambar 2.16.Profil Beban Gempa .....	27
Gambar 2.17.Profil Beban <i>relief valve</i> .....	29
Gambar 2.18.Profil Beban <i>Water</i> atau <i>Fluid Hammer</i> .....	30
Gambar 2.19.Tumpuan Terdistribusi Merata .....	30
Gambar 2.20.Gaya Terdistribusi Merata Pada Tumpuan Engsel dan Rol .....	31
Gambar 2.21.Gaya Terdistribusi Merata Pada Tumpuan Jepit .....	31
Gambar 2.22.Momen <i>Inplane</i> dan <i>Outplane</i> Pada Suatu <i>Tee</i> .....	35
Gambar 3.1.Jenis-Jenis <i>Elbow</i> .....	51
Gambar 3.2.Jenis-Jenis <i>Bend</i> .....	52
Gambar 3.3.Jenis-Jenis <i>Reducer</i> .....	53
Gambar 3.4.Jenis-Jenis <i>Swage/Swaged Nipple</i> .....	53
Gambar 3.5. <i>Miter bend</i> .....	54
Gambar 3.6.Jenis Sambungan Percabangan Langsung .....	54
Gambar 3.7.Jenis-Jenis <i>Tee</i> .....	55
Gambar 3.8. <i>Lateral</i> .....	55
Gambar 3.9. <i>Cross</i> .....	56
Gambar 3.10.Jenis <i>elbolet</i> dan <i>weldoletcap/closure</i> .....	56
Gambar 3.11. <i>Flange</i> Jenis WN( <i>Welding Neck</i> ) .....	57
Gambar 3.12. <i>Flange</i> jenis SO( <i>Slip-On</i> ) .....	58
Gambar 3.13. <i>Flange lap joint</i> .....	59

Gambar 3.14.	<i>Gate valve</i>	59
Gambar 3.15.	<i>Globe valve</i>	59
Gambar 3.16.	Katup cek	60
Gambar 3.17.	Katup Bola	60
Gambar 3.18.	<i>Valve</i> kupu-kupu	60
Gambar 3.19.	Kontrol <i>valve</i>	61
Gambar 3.20.	<i>Piston valve</i>	61
Gambar 3.21.	<i>Safety valve</i> atau <i>relief valve</i>	62
Gambar 3.22.	<i>SW full coupling</i>	63
Gambar 3.23.	<i>SW half coupling</i>	64
Gambar 3.24.	<i>Reducing insert</i>	64
Gambar 3.25.	<i>SW union</i>	65
Gambar 3.26.	<i>SW swage</i>	65
Gambar 3.27.	<i>Threaded half</i> dan <i>full coupling</i>	66
Gambar 3.28.	<i>Threaded reducing coupling</i>	66
Gambar 3.29.	<i>Nipple</i>	66
Gambar 3.30.	<i>Threaded union</i>	67
Gambar 3.31.	<i>Pipe to tube connector</i>	67
Gambar 3.32.	<i>Threaded elbow</i>	67
Gambar 3.33.	<i>Threaded flange</i>	68
Gambar 3.34.	<i>Threaded tee</i>	68
Gambar 3.35.	<i>Threaded lateral</i>	68
Gambar 3.36.	<i>Threaded cross</i>	69
Gambar 3.37.	Penggambaran Sistem Garis dan Garis Tunggal	70
Gambar 3.38.	Simbol Perpipaan Untuk Sambungan <i>butt weld</i> , <i>socket weld</i> , dan <i>Screwed</i>	71
Gambar 3.39.	Simbol Garis Perpipaan Untuk Garis Isometri, P&ID, dan jalur Instrumen	72
Gambar 3.40.	Simbol <i>fitting (sambungan butt welding)</i>	73
Gambar 3.41.	Simbol <i>fitting (sambungan screwed)</i>	74
Gambar 3.42.	Simbol Katup dan Operatornya	75
Gambar 3.43.	Penyangga Struktur	77
Gambar 3.44.	Penyangga Kaki Bebek ( <i>duck foot</i> )	78
Gambar 3.45.	Penyangga Bentuk Siku-siku	78
Gambar 3.46.	Penyangga Pembaringan Pipa ( <i>pipe slider</i> )	79
Gambar 3.47.	Penyangga Pipa Rendah ( <i>low support</i> )	79
Gambar 3.48.	Penyangga Gantung ( <i>hanger</i> )	80
Gambar 4.1.	<i>New file</i>	87

Gambar 4.2.	<i>Make new unit files</i>	87
Gambar 4.3.	<i>Unit files maintenance</i>	88
Gambar 4.4.	<i>Configuration Editor</i>	89
Gambar 4.5.	<i>Input Pemulai Pemodelan Desain</i>	89
Gambar 4.6.	<i>Spreadsheet overview</i>	90
Gambar 4.7.	<i>Bend pada Elbow</i>	91
Gambar 4.8.	<i>Bend pada Spreadsheet</i>	92
Gambar 4.9.	<i>Valve dan Flange pada Spreadsheet</i>	92
Gambar 4.10.	<i>Reducer pada Spreadsheet</i>	93
Gambar 4.11.	<i>SIF atau Tee pada Spreadsheet</i>	93
Gambar 4.12.	<i>Restrain pada Spreadsheet</i>	95
Gambar 4.13.	<i>Load Case</i>	96
Gambar 4.14.	<i>Error Checking</i>	97
Gambar 4.15.	<i>Static Output Precessor</i>	98
Gambar 4.16.	<i>Static Output Reports</i>	98
Gambar 5.1.	Diagram Umum Alir Pemeriksaan Tegangan, Defleksi dan Kebocoran <i>Flange</i>	100
Gambar 5.2.	Diagram Alir Pemeriksaan Kebocoran <i>Flange</i>	101
Gambar 5.3.	<i>Software COADE Caesar II version 7.00</i>	102
Gambar 5.4.	<i>Software Ucorner (ucorner)</i>	103
Gambar 5.5.	<i>Software Pipe Data Pro 7.2 (pipe data pro 7.2)</i>	104
Gambar 6.1.	<i>Hoop Legend (Caesar II versi 7.00)</i>	105
Gambar 6.2.	Penomoran Model Pada Gambar Isometri	107
Gambar 6.3.	Penomoran Model Pada Gambar Isometri	108
Gambar 6.4.	Visualisasi Pemodelan <i>Desigen</i> jalur 11-1339A di <i>Fuel Oli Complex II</i> PT Pertamina Unit IV Cilacap	114
Gambar 6.5.	Visualisasi Pemodelan <i>Desigen</i> Setelah Modifikasi	118



