



**ANALISIS PERANCANGAN BEJANA TEKAN (*Shell thicknes,
Elipsodial head 2:1, Nozzle neck*) PADA *SHELL AND TUBE HEAT
EXCHANGER* TIPE BES**

SKRIPSI

Oleh

**ASYID SUGIONO
NIM 061910101140**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**



**ANALISIS PERANCANGAN BEJANA TEKAN (*Shell thicknes,
Elipsodial head 2:1, Nozzle neck*) PADA *SHELL AND TUBE HEAT
EXCHANGER* TIPE BES**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**ASYID SUGIONO
NIM 061910101140**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2011**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT;
2. Nabi Muhammad SAW;
3. Ayah, Ibu, Kakak, Kakek, dan Nenek. Terima kasih atas semua cinta, kasih sayang, pengorbanan, perhatian, doa, motivasi dan bimbingan kalian. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas semua kebaikan yang telah dilakukan;
4. Semua Dosen Jurusan Teknik Mesin F. Teknik Universitas Jember, yang telah membimbing dan memberikan ilmu. Terutama Bpk. Nurkoyim, S.T., M.T. selaku DPU, Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc, selaku DPA, Bpk. Santoso Mulyadi, S.T., M.T. juga selaku Dosen Penguji I serta Bpk. Aris Zainul Muttaqin S.T. selaku Dosen Penguji II.
5. Semua Guru-guru mulai dari SD sampai PT, tiada ilmu yang saya dapatkan tanpa perantara beliau semua;
6. Almamater Jurusan Teknik Fakultas Teknik Mesin Universitas Jember;
7. Saudar/i Pungky Setya Arini, atas doa, pengorbanan juga memberikanku semangat untuk selalu menyelesaikan skripsi.
8. Seluruh teman-teman d'Black_Engine: Aan (modes), Abu Bakar (babebo), Adit (kotak), Agus (dower), Andre (kepet), Ardi (genduet), Budi (master limbad), Candra (chonk), Dewa (jablay), Fajar, Fuad (phoe), Haris (wong gunung), Nuri (zikru), Fokser (Mr. Setut), Feri (pepenk), 3 Idiot Manufaktur (Misbakh, Denys, Widodo), Imam (kriting), Isnaini (mamad), Rico, Romi sewer (pak GM), Saipul (tengu), Surya (seplak), Tri (wong pantai), Yudis (kampest), Yayan (ebes), Yusca (item), dan Zainul (boyox).
9. Sahabat-sahabat, teman-teman teknik mesin semuanya yang telah memberi banyak dukungan terima kasih yang sebesar-besarnya.

MOTTO

Musuh yang paling berbahaya diatas dunia adalah penakut dan bimbang. Teman yang paling setia, hanyalah keberanian dan keyakinan yang teguh.
(Andrew Jackson)

Cara untuk menjadi di depan adalah memulai sekarang. Jika memulai sekarang, tahun depan Anda akan tahu banyak hal yang sekarang tidak diketahui, dan Anda tak akan mengetahui masa depan jika Anda menunggu-nunggu.
(William Feather)

Sesuatu yang akan kita lakukan dimasa depan akan terasa tidak terbebani jika kita sudah siap untuk menghadapinya. Tidak ada kata malas untuk belajar, berdo'a, dan berusaha sebelum penyesalan datang menyertai kita.
(Asyid Sugiono, 2011)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Asyid Sugiono**

NIM : **061910101140**

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul: “Analisa Perancangan Bejana Tekan (*Shell Thicknes, Elipsodial Head 2:1, Nozzle Neck*) Pada *Shell And Tube Heat Exchanger* Tipe BES” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2011

Yang menyatakan,

Asyid Sugiono
NIM 061910101140

SKRIPSI

ANALISIS PERANCANGAN BEJANA TEKAN (*Shell thicknes, Elipsodial head 2:1, Nozzle neck*) PADA *SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER* TIPE BES

Oleh

ASYID SUGIONO
NIM 061910101140

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : M. Nurkoyim K., S.T., M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul ”**Analisa Perancangan Bejana Tekan (*Shell thicknes, Elipsodial head 2:1, Nozzle neck*) Pada *Shell And Tube Heat Exchanger Tipe BES***” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

hari :

tanggal:

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim penguji

Ketua,

Sekretaris,

Moh. Nurkoyim K., S.T., M.T.
NIP 19691122 199702 1 001

Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc.
NIP 19680617 199501 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Santoso Muyadi, S.T., M.T.
NIP. 19700228 199702 1 001

Aris Zainul Muttaqin.,S.T., M.T
NIP. 19681207 199512 1 002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik,

Ir. Widyono Hadi, M.T.
NIP 19610414 198902 1 001

SUMMARY

Analysis Settings Up Plans Pressure Vessel (Shell thicknes, Elipsodial head 2:1, Nozzle neck) in Shell And Tube Heat Exchanger Type BES; Asyid Sugiono, 061910101140; 2011; 80 page; Mechanical Engineering; Faculty of Engineer; University Jember.

Heat exchanger is an equipment which has function to transfer heat from one media to the other, especially in fluida in one phase or two phase. Shell and tube heat exchanger has many type, one from the other type is shell and tube.

Shell and tube has many type too, one of type which writer use in this minithesis to analysis is type BES. Much of industry use type BES in process field. Specification of this equipment can use in many process type. In aspect of control of maintenance, this equipment has more advantage value than the other type of shell and tube.

In settings up design of equipment, generally many engineering design use standard to be the main analysis of basic calculation. In the fact standard cannot be the main source of design calculation.

Generally designer has a main set that the standard is to be the one source of design calculation, for this reason many designer can't makes a valuation of optimum value for the equipment which show how much the value of design from the real condition. So that can be important to comparing the data standard with the fundamental analysis (which show the real condition).

In this research, benchmarking data from the thickness values, longitudinal stress, tangential stress, and deflection, the mechanical design of pressure vessels on BES type heat exchanger (heat exchanger) with fundamental analysis (membrane shell analysis) in the design pressure or pressure operation.

From the design results are calculated the average difference in thickness values at design conditions is 0.565 in. and at the operating condition is 0.715 ins.

Percentage increase in value of the thickness of the mechanical design of the fundamentals of design at the design condition is 58% and at operating conditions is 77%.

The average value of the percentage of longitudinal stress values (the design pressure) in new condition which is 12% and the corroded condition of 22%. At the time of the operation pressure, the average percentage of the value of longitudinal stress on the new conditions of 7% and the corroded condition of 4%.

An increase in the value of the tangential stress on the mechanical design of the fundamental design (design pressure conditions), the average increase in value of the tangential stress on the new conditions at 13% and 22% corroded condition. Similarly, when the operation conditions of pressure, an increase in the value of the tangential stress on the mechanical design of the fundamental design, the average increase in value of the tangential stress on the new conditions of 8% and 4% in the corroded condition.

Percentage of value-added radius due to deflection at the mechanical design of the fundamental design (on the condition of design pressure) is the new events on the condition of 69% and 147% corrosion. While on the operation conditions of pressure, the percentage of value-added radius due to deflection at the mechanical design of the fundamental design of the new conditions of 90% and the old conditions of 259%.

Keyword: *Heat exchanger type BES, Shell thickness, Longitudinal stress, Tangential stress, Radial growth.*

RINGKASAN

Analisa Perancangan Bejana Tekan (*Shell thicknes, Elipsodial head 2:1, Nozzle neck*) Pada *Shell And Tube Heat Exchanger* Tipe BES; Asyid Sugiono, 061910101140; 2010; 80 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Heat exchanger merupakan alat yang berfungsi untuk mentransfer panas dari media satu ke media lain khususnya untuk media fluida, baik satu fasa maupun banyak fasa. Salah satu tipe dari *heat exchanger* adalah tipe *shell and tube*.

Shell and tube heat exchanger mempunyai banyak tipe, salah satunya tipe BES (TEMA). *Shell and tube heat exchanger* tipe BES banyak sekali digunakan di industri-industri dari pada tipe *shell and tube* lainnya. Spesifikasi equipment ini dapat digunakan dalam banyak kondisi. Selain itu penyebab utama equipment ini sering digunakan adalah dari segi perawatan yang lebih dapat dikontrol.

Dalam perancangan desain biasanya *engineering design* menggunakan standar sebagai dasar analisis perhitungan. Dalam kenyataannya standar belum dapat dikatakan sebagai sumber yang riil dalam melakukan suatu perancangan *equipment*.

Umumnya tolak ukur seorang desainer praktisi adalah standar. Sehingga kebanyakan seorang desainer praktisi tidak mengetahui seberapa besar nilai tepat guna suatu alat. Maka dari itu perlu dilakukan suatu perbandingan dengan kondisi dasar (fundamental), hal ini untuk mengetahui seberapa besar aspek-aspek tambahan yang diberikan oleh standar.

Dalam penelitian ini dilakukan perbandingan data dari nilai ketebalan, tegangan longitudinal, tegangan tangensial, dan defleksi, dari mekanikal desain bejana tekan pada alat penukar kalor tipe BES (*heat exchanger*) dengan analisa fundamental (*membrane shell analysis*) dalam kondisi *design pressure* maupun *operation pressure*.

Dari hasil desain yang dikalkulasikan rata-rata selisih nilai ketebalan pada kondisi desain adalah 0,565 in dan pada saat kondisi operasi adalah 0,715 in. Persentase kenaikan nilai ketebalan mekanikal desain terhadap fundamental desain pada kondisi desain adalah 58% dan pada saat kondisi operasi adalah 77%.

Nilai rata-rata persentase nilai tegangan longitudinal (kondisi *design pressure*) pada kondisi baru yaitu 12% dan pada kondisi terkorosi yaitu 22%. Pada saat kondisi *operation pressure*, rata-rata persentase nilai tegangan longitudinal pada kondisi baru yaitu 7% dan pada kondisi terkorosi yaitu 4%.

Terjadi kenaikan nilai tegangan tangensial pada mekanikal desain terhadap fundamental desain (kondisi *design pressure*), rata-rata kenaikan nilai tegangan tangensial pada kondisi baru 13% dan pada kondisi terkorosi 22%. Begitu pula dengan pada saat kondisi *operation pressure*, terjadi kenaikan nilai tegangan tangensial pada mekanikal desain terhadap fundamental desain, rata-rata kenaikan nilai tegangan tangensial pada kondisi baru 8% dan pada kondisi terkorosi 4%.

Persentase nilai penambahan radius akibat defleksi pada mekanikal desain terhadap fundamental desain (pada kondisi *design pressure*) yaitu pada kondisi baru 69 % dan pada kondisi terkorosi 147 %. Sedangkan pada kondisi *operation pressure*, persentase nilai penambahan radius akibat defleksi pada mekanikal desain terhadap fundamental desain yaitu pada kondisi baru 90% dan pada kondisi lama sebesar 259%.

Kata Kunci: Alat Penukar Panas type BES, Ketebalan Shell, Tegangan Longitudinal, Tegangan Tangensial, Pertambahan Radius.

KATA PENGANTAR

Segala puji penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Shalawat dan semoga tetap tercurah atas junjungan besar nabi Muhammad SAW yang membimbing segala gerak langkah hidup kita.

Penelitian yang diberi judul “Analisa Perancangan Bejana Tekan Tekan (*Shell Thicknes, Elipsodial Head 2:1, Nozzle Neck*) Pada *Shell And Tube Heat Exchanger* Tipe BES” ini disusun untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik, Universitas Jember.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan arahan kepada penulis selama penyusunan laporan, khususnya kepada :

1. Allah SWT, karena dengan karunia dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini;
2. Ayah, Ibu, sekeluarga. Terima kasih atas semua cinta, kasih sayang, pengorbanan, perhatian, doa, motivasi dan bimbingan kalian;
3. M. Nurkoyim K, S.T., M.T., selaku pembimbing utama;
4. Ir Digdo Listyadi M.sc., selaku pembimbing anggota;
5. Bapak Andi S., S.T., M.T, selaku dosen pembimbing akademik;
6. Bapak Shodik, selaku pembimbing lapangan PT. Aweco Indosteel Perkasa;
7. Segenap dosen, staf dan karyawan Jurusan Teknik Mesin pada khususnya dan staf dan karyawan Fakultas Teknik pada umumnya serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu;
8. Sdr. Alifia Rahman dan Iyus Suriyanto, selaku senior yang selalu memberikan bimbingan dan motivasi untuk terselesaikannya skripsi ini;
9. Teman-teman seperjuanganku d'Black Engine 2006, terima kasih atas motivasi dan do'a yang kalian berikan;

Penulis menyadari sebagai manusia yang tak luput dari kesalahan dan kekurangan oleh karena itu kritik atau saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi atau penelitian berikutnya. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat, khususnya bagi penulis pribadi dan perusahaan tempat penulis melakukan penelitian.

Jember, Januari 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
SUMMARY	vii
RINGKASAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi Umum	4
2.2 Jenis dan Tipe <i>Heat Exchanger</i>	4
2.3 <i>Shell & Tube Heat Exchanger</i>	5
2.3.1 Lingkup Standar	5
2.3.2 <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i> Ukuran dan Penentuan Tipe	5

2.3.3	Struktur <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	8
2.3.4	Seleksi <i>Shell & Tube Heat Exchanger</i>	9
2.3.5	Aplikasi <i>Shell & Tube Heat Exchanger</i>	12
2.3.6	Keunggulan <i>Shell & Tube Heat Exchanger</i>	12
2.3.7	Komponen Bejana Tekan yang Dianalisis	12
2.4	Elastisitas	13
2.5	Tarikan Dan Tekanan	13
2.5.1	Pembebanan Batang Secara Aksial	13
2.5.2	Tegangan Normal	14
2.5.3	Regangan Normal	15
2.5.4	Kurva Tegangan-Regangan	15
2.5.5	Komponen Kurva Tegangan-Regangan	16
2.5.6	Bahan Liat (<i>Ductile</i>) dan Bahan Rapuh (<i>Brittle</i>)	17
2.5.7	Hukum Hooke	17
2.5.8	Batas Elastis (<i>Elastic Limit</i>)	17
2.5.9	Selang Elastis Dan Plastis (<i>Elastic And Plastic Ranges</i>)	18
2.6	Modulus Elastisitas	18
2.6.1	Modulus Young	18
2.6.2	Modulus Volume(Bulk)	18
2.6.3	Modulus Keuletan (<i>Modulus Of Resilence</i>)	19
2.6.4	Modulus Kekerasan (<i>Modulus Of Toughness</i>)	19
2.6.5	Modulus Tangen	19
2.6.6	Modulus Spesifik	19
2.7	Tegangan & Regangan	20
2.7.1	Tegangan (<i>Stress</i>)	20
2.7.2	Regangan (<i>Strain</i>)	21
2.7.3	Rasio Poisson	22
2.7.4	Hubungan <i>Stress</i> dan <i>Strain</i>	22

2.8 Analisis Fundamental Bejana Tekan	24
2.8.1 Membran Stress Analisis yang Diakibatkan <i>Uniform Internal Pressure</i>	28
2.8.2 Analisis Pertambahan Radius Bejana Tekan Akibat Defleksi (et).....	35
2.9 Analisis Fundamental <i>Cylindrical Shell</i>	37
2.9.1 Analisis Tegangan Longitudinal pada Bejana Tekan Silinder	38
2.9.2 Analisis Tegangan Tangensial pada Bejana Tekan Silinder	39
2.9.3 Analisis Ketebalan (<i>Thickness</i>) Yang Dibutuhkan Bejana Tekan Silinder.	39
2.9.4 Analisis Pertambahan Radius Bejana Tekan Silinder Akibat Defleksi (et).	40
2.10 Analisis Fundamental <i>Semiellipsoidal Heads 2:1</i>	41
2.10.1 Analisis Tegangan Longitudinal pada Bejana Tekan <i>Semiellipsoidal 2 : 1</i>	42
2.10.2 Analisis Tegangan Tangensial pada Bejana Tekan <i>Semiellipsoidal 2 : 1</i>	43
2.10.3 Analisis Ketebalan yang Dibutuhkan Bejana Tekan <i>Semiellipsoidal 2 : 1</i>	45
2.10.4 Analisis Pertambahan Radius Bejana Tekan Silinder Akibat Defleksi (et).....	46
2.11 Analisis Fundamental Bejana Tekan <i>Conical</i>	47
2.11.1 Analisis Tegangan Longitudinal pada Bejana Tekan <i>Conical</i>	47
2.11.2 Analisis Tegangan Tangensial pada Bejana Tekan <i>Conical</i>	48
2.11.3 Analisis Ketebalan (<i>Thickness</i>) yang Dibutuhkan Bejana Tekan Silinder.	49
2.11.4 Analisis Pertambahan Radius Bejana Tekan Silinder Akibat Defleksi (et).....	49

2.12	Mekanikal Desain	50
2.13	Tekanan Internal.....	53
2.14	Efisiensi Sambungan	54
2.15	Tekanan Uji	55
2.16	Pemilihan Material.....	55
	2.16.1 <i>Noncorrosive Service</i>	56
	2.16.2 <i>Corrosive Service</i>	58
3.	METODOLOGI PENELITIAN	59
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	59
3.2	Langkah-langkah Penelitian	59
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	60
3.4	Penyajian Analisis Data.....	61
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	62
4.1	Pemilihan bahan.....	63
4.2	Ketebalan	64
4.3	Tegangan Longitudinal.....	67
4.4	Tegangan Tangensial	71
4.5	Pertambahan Radius (<i>Radial Growth</i>)	75
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1	Kesimpulan	78
5.3	Saran.....	79
	DAFTAR PUSTAKA	80
	LAMPIRAN.....	81

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1	Klasifikasi <i>performance shell & tube heat exchanger</i> 7
Tabel 2.2	Spesifikasi <i>stationary head</i> 9
Tabel 2.3	Spesifikasi <i>shell side</i> 10
Tabel 2.4	Spesifikasi <i>rear head side</i> 11
Tabel 2.5	Komponen yang dianalisis pada <i>shell & tube heat exchanger</i> tipe BES 12
Tabel 2.6	Efisiensi sambungan..... 54
Tabel 2.7	Klasifikasi seleksi material <i>noncorrosive service</i> 56
Tabel 2.8	Jenis material <i>cladding</i> 58
Tabel 4.1	Pemilihan Bahan Bejana Tekan tipe BES..... 63
Tabel 4.2	Hasil Kalkulasi Ketebalan (<i>Design Pressure</i>)..... 64
Tabel 4.3	Hasil Kalkulasi Ketebalan (<i>Operation Pressure</i>) 65
Tabel 4.4	Perbandingan Teg. Longitudinal Kondisi Baru (<i>Design Pressure</i>) 67
Tabel 4.5	Perbandingan Teg. Longitudinal Kondisi Lama (<i>Design Pressure</i>)..... 68
Tabel 4.6	Perbandingan Tegangan Longitudinal Kondisi Baru (<i>Operation Pressure</i>) 68
Tabel 4.7	Perbandingan Tegangan Longitudinal Kondisi lama (<i>Operation Pressure</i>) 69
Tabel 4.8	Perbandingan Tegangan Tangensial Kondisi Baru (<i>Design Pressure</i>).. 71
Tabel 4.9	Perbandingan Tegangan Tangensial Kondisi Lama (<i>Design Pressure</i>) 72
Tabel 4.10	Perbandingan Tegangan Tangensial Kondisi baru (<i>Operation Pressure</i>) 72
Tabel 4.11	Perbandingan Tegangan Tangensial Kondisi lama (<i>Operation Pressure</i>) 73
Tabel 4.12	Perbandingan Pertambahan Radius Kondisi Baru (<i>Design Pressure</i>)... 75

Tabel 4.13 Perbandingan Pertambahan Radius Kondisi lama (*Design Pressure*)... 76

Tabel 4.14 Perbandingan Pertambahan Radius Kondisi Baru
(*Operation Pressure*) 76

Tabel 4.15 Perbandingan Pertambahan Radius Kondisi Baru
(*Operation Pressure*) 77

DAFTAR GAMBAR

	hal
Gambar 2.1	Penentuan Tipe <i>Shell & Tube Heat Exchanger</i> 6
Gambar 2.2	Standar Bentuk <i>Heat Exchanger Tipe BES (TEMA)</i> 8
Gambar 2.3	Pembebanan Batang Secara Aksial..... 14
Gambar 2.4	Kurva Tegangan-Regangan..... 16
Gambar 2.5	Tegangan Normal Pada Bidang Deferensial Pada Balok..... 20
Gambar 2.6	Pemodelan Macam-Macam Kondisi Stress 21
Gambar 2.7	Pemodelan Kondisi Regangan 21
Gambar 2.8	Geometrikal Dasar Analisis 25
Gambar 2.9	Deferensial Bidang abcd pada Bejana Tekan..... 25
Gambar 2.10	Tegangan yang Terjadi Akibat <i>General Load</i> ($P\Phi$, $P\theta$, Dan PR)..... 26
Gambar 2.11	Elemen-Elemen Gaya yang Mewakili Kondisi Rekasi Pada Bejana Tekan Deferensial Bidang Pada Sumbu x,y,z 28
Gambar 2.12	Sebuah Elemen yang Mengalami Tegangan Normal Pada Sumbu (x,y,z) 35
Gambar 2.13	Pemodelan Pertambahan Nilai Radius pada Bejana Tekan dengan Arah Sumbu (x,z) 36
Gambar 2.14	Tegangan yang Terjadi pada Bejana Tekan Silinder ($RL = \infty$, $R = R_t$)..... 37
Gambar 2.15	Pemodelan Gaya yang Bekerja pada Bejana Tekan Silinder (Bidang Longitudinal)..... 38
Gambar 2.16	Geometrikal Elipsoidal 2 : 1 dan Kondisi Kerja yang Terjadi (Dimana, $R_a = R_t \sin \Phi$) 41
Gambar 2.17	Pemodelan Tegangan yang Bekerja pada <i>Semielipsodial 2 : 1</i> 42
Gambar 2.18	Geometrikal Bejana Tekan <i>Conical</i> dan Tegangan yang Terjadi 47

Gambar 2.19 Bagan Alur Desain *Nozzle Neck* (ASME UG 45 (b) & ANSI
B36 10M) 52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A	Kalkulasi Ketebalan Bejana Tekan (Mekanikal Desain) 81
Lampiran B	Kalkulasi Ketebalan Bejana Tekan (Fundamentall Desain) 106
Lampiran C	Kalkulasi Tegangan Longitudinal 123
Lampiran D	Kalkulasi TeganganTangensial 142
Lampiran E	Kalkulasi Pertambahan Radius Akibat Defleksi pada Part Bejana Tekan (Mekanikal) 164
Lampiran F	Kalkulasi Pertambahan Radius Akibat Defleksi pada Part Bejana Tekan (Fundamental) 173
Lampiran G	Gambar 181
Lampiran H	Data Sheet 182
Lampiran I	Dimensi dan Berat Pipa..... 184
Lampiran J	Join Efisiensi (<i>ASME VIII div-1</i>)..... 191
Lampiran K	Spesifikasi Material..... 193
Lampiran L	Material 196