



**ANALISIS PERANCANGAN BEJANA TEKAN (*Shell thickness,*  
*Nozzle neck*) PADA *SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER* TIPE  
BEM**

**SKRIPSI**

Oleh

**ABU BAKAR ZUBAIDI  
NIM 061910101137**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**



**ANALISIS PERANCANGAN BEJANA TEKAN (*Shell thickness, Nozzle neck*) PADA SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER TIPE BEM**

**SKRIPSI**

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

Oleh

**ABU BAKAR ZUBAIDI  
NIM 061910101137**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2012**

## 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. Ir. Digdo Listyadi S., M.Sc. selaku DPU, Bpk Andi Sanata S.T.,M.T, selaku DPA, Bpk. Aris Zainul Muttaqin S.T., M.T. juga selaku Dosen Penguji I, serta Bpk.Hary Sutjahyono S.T.,M.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. Seluruh teman-teman d'Black\_Engine: Aan (modes), Asyid (Ganjel), 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).
8. 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)

Kesempatan tak akan datang untuk kedua kalinya. Berusahalah dan terus berdoa. Tidak ada kata kebetulan, karena semua yang terjadi itu atas kehendak-Nya.

(A bu Bakar Zubaidi, 2012)

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Abu Bakar Zubaidi**

NIM : **061910101137**

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis yang berjudul: “Analisa Perancangan Bejana Tekan (*Shell Thickness, Nozzle Neck*) Pada *Shell And Tube Heat Exchanger* Tipe BEM” 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, Februari 2012

Yang menyatakan,

Abu Bakar Zubaidi  
NIM 061910101137

# **SKRIPSI**

## **ANALISIS PERANCANGAN BEJANA TEKAN (*Shell thicknes, Nozzle neck*) PADA *SHELL AND TUBE HEAT EXCHANGER* TIPE BEM**

Oleh

ABU BAKAR ZUBAIDI  
NIM 061910101137

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Digdo Listyadi S . M.Sc.

Dosen Pembimbing Anggota : Andi Sanata S.T.,M.T.

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul ”**Analisa Perancangan Bejana Tekan (*Shell thickness, Nozzle neck*) Pada *Shell And Tube Heat Exchanger* Tipe BEM**” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

hari :

tanggal:

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim penguji

Ketua,

Sekretaris,

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

Andi Sanata S.T.,M.T.  
NIP 19750502 200112 1 001

Anggota I,

Anggota II,

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

Hary Sutjahyono.,S.T., M.T  
NIP. 19681205 199702 1 002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik,

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

## SUMMARY

Design Analysis (Shell Thickness, Nozzle Neck) in BEM Type Shell and Tube Heat Exchanger; Abu Bakar Zubaidi, 061910101137; 2012; 81 page; Mechanical Engineering; Faculty of Engineer; University Jember.

As the name implies Heat exchanger, Heat (hot) and exchanger. Heat Exchanger is a vessel which serves to transfer heat from one fluid to another fluid phase either one or many phases. One type of heat exchanger is a shell and tube type,

This type of shell and tube itself has many models and types, one type of BEM (TEMA). BEM type has a simple design and not too complicated when compared with other type exchanger.

In general, engineering design using standards as the basis for the analysis of the design calculations in the design process. Although in fact the standard can not be said to be a real source in doing the design of equipment.

Thus it is necessary for comparison between fundamental analysis with the mechanical design. It is used to find out how much the level of security and efficiency are given on the method of fundamental analysis and mechanical design.

In the process of comparison (Comparing) mechanical design with fundamental analysis, the comparison includes the value of the thickness, longitudinal stress, tangential stress, and the accretion radius due to deflection that occurs on parts of the BEM type heat exchanger in both the operating pressure conditions (pressure operation) and on the conditions design pressure (design pressure)

From the design results are calculated the average difference in thickness values at design conditions is 0.176 in. and at the operating condition is 0.131 ins. Percentage increase in value of the thickness of the mechanical design of the fundamentals of design at the design condition is 43% and at operating conditions is 38%.



The average value of the percentage of longitudinal stress values (the design pressure) in new condition which is 29% and the corroded condition of 48%. At the time of the operation pressure, the average percentage of the value of longitudinal stress on the new conditions of 16% and the corroded condition of 49%.

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 29% and 51% 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 17% and 52% 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 27% and 25% 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 11% and the old conditions of 36%.

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

## RINGKASAN

Analisa Perancangan Bejana Tekan (*Shell thickness,, Nozzle neck*) Pada *Shell And Tube Heat Exchanger* Tipe BEM; Abu Bakar Zubaidi, 061910101137; 2012; 81 halaman; Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Sesuai dengan namanya *Heat exchanger*, *Heat* (panas) dan *Exchanger* (penukar). *Heat Exchanger* adalah alat penukar panas yang berfungsi mentransfer panas dari fluida satu ke fluida lainnya baik satu fasa maupun banyak fasa. Salah satu tipe dari *heat exchanger* adalah tipe *shell and tube*,

Tipe *shell and tube* sendiri mempunyai banyak model dan tipe, salah satunya tipe BEM (TEMA). Tipe BEM ini mempunyai desain yang sederhana dan tidak terlalu rumit bila dibandingkan dengan *Exchanger* tipe lainnya.

Pada umumnya *engineering design* menggunakan standar sebagai dasar analisis perhitungan dalam proses perancangan desain. Walaupun pada kenyataannya standar belum dapat dikatakan sebagai sumber yang riil dalam melakukan suatu perancangan *equipment*.

Maka dari itu perlu dilakukan perbandingan antara analisis fundamental dengan mekanikal desain. Hal ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat keamanan dan efisien yang diberikan pada metode analisa fundamental dan mekanikal desain.

Dalam proses perbandingan (*comparing*) mekanikal desain dengan analisa fundamental, perbandingan meliputi nilai ketebalan, tegangan longitudinal, tegangan tangensial, serta pertambahan radius akibat defleksi yang terjadi pada bagian-bagian *heat exchanger* tipe BEM baik pada kondisi tekanan operasi (*operation pressure*) maupun pada kondisi tekanan desain (*design pressure*)

Dari hasil desain yang dikalkulasikan rata-rata selisih nilai ketebalan pada kondisi desain adalah 0,176 in dan pada saat kondisi operasi adalah 0,131 in.

Persentase kenaikan nilai ketebalan mekanikal desain terhadap fundamental desain pada kondisi desain adalah 43% dan pada saat kondisi operasi adalah 38%.

Nilai rata-rata persentase nilai tegangan longitudinal (kondisi *design pressure*) pada kondisi baru yaitu 29% dan pada kondisi terkorosi yaitu 48%. Pada saat kondisi *operation pressure*, rata-rata persentase nilai tegangan longitudinal pada kondisi baru yaitu 16% dan pada kondisi terkorosi yaitu 49%.

Terjadi kenaikan nilai tegangan tangensial pada mekanikal desain terhadap fundamental desain (kondisi *design pressure*), rata-rata kenaikan nilai tegangan tangensial pada kondisi baru 29% dan pada kondisi terkorosi 51%. 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 17% dan pada kondisi terkorosi 52%.

Persentase nilai pertambahan radius akibat defleksi pada mekanikal desain terhadap fundamental desain (pada kondisi *design pressure*) yaitu pada kondisi baru 27% dan pada kondisi terkorosi 25%. Sedangkan pada kondisi *operation pressure*, persentase nilai pertambahan radius akibat defleksi pada mekanikal desain terhadap fundamental desain yaitu pada kondisi baru 11% dan pada kondisi lama sebesar 36%.

Kata Kunci: Alat Penukar Panas tipe BEM, 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 selalu menjadi pedoman dalam setiap gerak langkah hidup kita.

Penelitian yang diberi judul “Analisa Perancangan Bejana Tekan Tekan (*Shell Thicknes, Nozzle Neck*) Pada *Shell And Tube Heat Exchanger* Tipe BEM” 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. Bapak Ir Digdo Listyadi M.sc, selaku pembimbing utama;
4. Bapak Andi Sanata S.T.,M.T, selaku pembimbing anggota; dan juga selaku dosen pembimbing akademik
5. Bapak Shodik, selaku pembimbing lapangan PT. Aweco Indosteel Perkasa;
6. 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;
7. Sdr. Alifia Rahman dan Iyus Suriyanto, selaku senior yang selalu memberikan bimbingan dan motivasi untuk terselesaikannya skripsi ini;
8. 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, Februari 2012

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 .....	4
2. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Definisi Umum .....	5
2.2 Jenis dan Tipe <i>Heat Exchanger</i> .....	5
2.3 <i>Shell &amp; Tube Heat Exchanger</i> .....	6
2.3.1 Lingkup Standar .....	6
2.3.2 <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i> Ukuran dan Penentuan Tipe.....	6

2.3.3	Struktur <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i> .....	9
2.3.4	Seleksi <i>Shell &amp; Tube Heat Exchanger</i> .....	10
2.3.5	Aplikasi <i>Shell &amp; Tube Heat Exchanger</i> .....	13
2.3.6	Keunggulan <i>Shell &amp; Tube Heat Exchanger</i> .....	13
2.3.7	Komponen Bejana Tekan yang Dianalisis .....	13
2.4	Elastisitas .....	14
2.5	Tarikan Dan Tekanan .....	14
2.5.1	Pembebanan Batang Secara Aksial .....	14
2.5.2	Tegangan Normal .....	15
2.5.3	Regangan Normal .....	16
2.5.4	Kurva Tegangan-Regangan .....	16
2.5.5	Komponen Kurva Tegangan-Regangan .....	17
2.5.6	Bahan Liat ( <i>Ductile</i> ) dan Bahan Rapuh ( <i>Brittle</i> ) .....	18
2.5.7	Hukum Hooke .....	18
2.5.8	Batas Elastis ( <i>Elastic Limit</i> ) .....	18
2.5.9	Selang Elastis Dan Plastis ( <i>Elastic And Plastic Ranges</i> ) .....	19
2.6	Modulus Elastisitas .....	19
2.6.1	Modulus Young .....	19
2.6.2	Modulus Volume (Bulk) .....	20
2.6.3	Modulus Keuletan ( <i>Modulus Of Resilience</i> ) .....	20
2.6.4	Modulus Kekerasan ( <i>Modulus Of Toughness</i> ) .....	20
2.6.5	Modulus Tangen .....	21
2.6.6	Modulus Spesifik .....	21
2.7	Tegangan & Regangan .....	21
2.7.1	Tegangan ( <i>Stress</i> ) .....	21
2.7.2	Regangan ( <i>Strain</i> ) .....	22
2.7.3	Rasio Poisson .....	23
2.7.4	Hubungan <i>Stress</i> dan <i>Strain</i> .....	23

2.8	Analisis Fundamental Bejana Tekan.....	25
2.8.1	Membran Stress Analisis yang Diakibatkan <i>Uniform Internal Pressure</i> .....	29
2.8.2	Analisis Pertambahan Radius Bejana Tekan Akibat Defleksi (et).....	36
2.9	Analisis Fundamental <i>Cylindrical Shell</i> .....	38
2.9.1	Analisis Tegangan Longitudinal pada Bejana Tekan Silinder.....	39
2.9.2	Analisis Tegangan Tangensial pada Bejana Tekan Silinder.....	40
2.9.3	Analisis Ketebalan ( <i>Thickness</i> ) Yang Dibutuhkan Bejana Tekan Silinder.....	41
2.9.4	Analisis Pertambahan Radius Bejana Tekan Silinder Akibat Defleksi (et).....	42
2.10	Analisis Fundamental <i>Semiellipsoidal Heads 2:1</i> .....	42
2.10.1	Analisis Tegangan Longitudinal pada Bejana Tekan <i>Semiellipsoidal 2 : 1</i> .....	43
2.10.2	Analisis Tegangan Tangensial pada Bejana Tekan <i>Semiellipsoidal 2 : 1</i> .....	45
2.10.3	Analisis Ketebalan yang Dibutuhkan Bejana Tekan <i>Semiellipsoidal 2 : 1</i> .....	47
2.10.4	Analisis Pertambahan Radius Bejana Tekan Silinder Akibat Defleksi (et).....	48
2.11	Analisis Fundamental Bejana Tekan <i>Conical</i> .....	48
2.11.1	Analisis Tegangan Longitudinal pada Bejana Tekan <i>Conical</i> .....	49
2.11.2	Analisis Tegangan Tangensial pada Bejana Tekan <i>Conical</i> .....	50
2.11.3	Analisis Ketebalan ( <i>Thickness</i> ) yang Dibutuhkan Bejana Tekan Silinder.....	50
2.11.4	Analisis Pertambahan Radius Bejana Tekan Silinder Akibat Defleksi (et).....	51



2.12 Mekanikal Desain .....	51
2.13 Tekanan Internal.....	55
2.14 Efisiensi Sambungan .....	56
2.15 Tekanan Uji.....	57
2.16 Pemilihan Material .....	57
2.16.1 <i>Noncorrosive Service</i> .....	58
2.16.2 <i>Corrosive Service</i> .....	60
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	61
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	61
3.2 Langkah-langkah Penelitian.....	61
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	62
3.4 Penyajian Analisis Data .....	63
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	64
4.1 Pemilihan bahan.....	65
4.2 Ketebalan.....	65
4.3 Tegangan Longitudinal .....	68
4.4 Tegangan Tangensial .....	71
4.5 Pertambahan Radius ( <i>Radial Growth</i> ) .....	75
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	79
5.1 Kesimpulan .....	79
5.3 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA .....	81
LAMPIRAN.....	82

## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Klasifikasi <i>performance shell &amp; tube heat exchanger</i> .....	8
Tabel 2.2	Spesifikasi <i>stationary head</i> .....	10
Tabel 2.3	Spesifikasi <i>shell side</i> .....	11
Tabel 2.4	Spesifikasi <i>rear head side</i> .....	12
Tabel 2.5	Komponen yang dianalisis pada <i>shell &amp; tube heat exchanger</i> tipe BEM.....	13
Tabel 2.6	Efisiensi sambungan.....	56
Tabel 2.7	Klasifikasi seleksi material <i>noncorrosive service</i> .....	58
Tabel 2.8	Jenis material <i>cladding</i> .....	60
Tabel 4.1	Pemilihan Bahan Bejana Tekan tipe BEM .....	65
Tabel 4.2	Hasil Kalkulasi Ketebalan ( <i>Design Pressure</i> ).....	66
Tabel 4.3	Hasil Kalkulasi Ketebalan ( <i>Operation Pressure</i> ) .....	66
Tabel 4.4	Perbandingan Teg. Longitudinal Kondisi Baru ( <i>Design Pressure</i> ).....	68
Tabel 4.5	Perbandingan Teg. Longitudinal Kondisi Lama ( <i>Design Pressure</i> ).....	69
Tabel 4.6	Perbandingan Tegangan Longitudinal Kondisi Baru ( <i>Operation Pressure</i> ) .....	69
Tabel 4.7	Perbandingan Tegangan Longitudinal Kondisi lama ( <i>Operation Pressure</i> ) .....	70
Tabel 4.8	Perbandingan Tegangan Tangensial Kondisi Baru ( <i>Design Pressure</i> )..	72
Tabel 4.9	Perbandingan Tegangan Tangensial Kondisi Lama ( <i>Design Pressure</i> )	73
Tabel 4.10	Perbandingan Tegangan Tangensial Kondisi baru ( <i>Operation Pressure</i> ) .....	73
Tabel 4.11	Perbandingan Tegangan Tangensial Kondisi lama ( <i>Operation Pressure</i> ) .....	74
Tabel 4.12	Perbandingan Pertambahan Radius Kondisi Baru ( <i>Design Pressure</i> )...	76

Tabel 4.13	Perbandingan Pertambahan Radius Kondisi lama ( <i>Design Pressure</i> )... 76
Tabel 4.14	Perbandingan Pertambahan Radius Kondisi Baru ( <i>Operation Pressure</i> ) ..... 77
Tabel 4.15	Perbandingan Pertambahan Radius Kondisi Lama ( <i>Operation Pressure</i> ) ..... 77

## DAFTAR GAMBAR

	hal
Gambar 2.1 Penentuan Tipe <i>Shell &amp; Tube Heat Exchanger</i> .....	7
Gambar 2.2 Standar Bentuk <i>Heat Exchanger Tipe BEM (TEMA)</i> .....	9
Gambar 2.3 Pembebanan Batang Secara Aksial.....	15
Gambar 2.4 Kurva Tegangan-Regangan.....	17
Gambar 2.5 Tegangan Normal Pada Bidang Deferensial Pada Balok.....	21
Gambar 2.6 Pemodelan Macam-Macam Kondisi Stress .....	22
Gambar 2.7 Pemodelan Kondisi Regangan .....	22
Gambar 2.8 Geometrikal Dasar Analisis .....	26
Gambar 2.9 Deferensial Bidang abcd pada Bejana Tekan.....	26
Gambar 2.10 Tegangan yang Terjadi Akibat <i>General Load</i> ( $P_x$ , $P_y$ , Dan PR).....	27
Gambar 2.11 Elemen-Elemen Gaya yang Mewakili Kondisi Rekasi Pada Bejana Tekan Deferensial Bidang Pada Sumbu x,y,z.....	29
Gambar 2.12 Juring yang Terbentuk dari Curve pada Bidang deferensial.....	31
Gambar 2.13 Analisa Resultan Tegangan Longitudinal .....	32
Gambar 2.14 Analisa Resultan Tegangan Tangensial .....	33
Gambar 2.15 Bidang Longitudinal Bejana Tekan .....	34
Gambar 2.16 Tegangan pada Bidang Longitudinal Bejana Tekan .....	35
Gambar 2.17 Sebuah Elemen yang Mengalami Tegangan Normal Pada Sumbu (x,y,z).....	37
Gambar 2.18 Pemodelan Pertambahan Nilai Radius pada Bejana Tekan dengan Arah Sumbu (x,z).....	38
Gambar 2.19 Tegangan yang Terjadi pada Bejana Tekan Silinder ( $R_L = R$ , $R = R_t$ ).....	39
Gambar 2.20 Pemodelan Gaya yang Bekerja pada Bejana Tekan Silinder (Bidang Longitudinal).....	40

Gambar 2.21	Geometrikal Elipsoidal 2 : 1 dan Kondisi Kerja yang Terjadi (Dimana, $R_a = R_t \sin \theta$ ) .....	43
Gambar 2.22	Pemodelan Tegangan yang Bekerja pada <i>Semiellipsoidal</i> 2 : 1.....	44
Gambar 2.23	Geometrikal Bejana Tekan <i>Conical</i> dan Tegangan yang Terjadi .....	49
Gambar 2.24	Bagan Alur Desain <i>Nozzle Neck</i> (ASME UG 45 (b) & ANSI B36 10M) .....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A	Kalkulasi Ketebalan Bejana Tekan (Mekanikal Desain) ..... 82
Lampiran B	Kalkulasi Ketebalan Bejana Tekan (Fundamentall Desain) ..... 103
Lampiran C	Kalkulasi Tegangan Longitudinal ..... 118
Lampiran D	Kalkulasi TeganganTangensial ..... 138
Lampiran E	Kalkulasi Pertambahan Radius Akibat Defleksi pada Part Bejana Tekan (Mekanikal) ..... 157
Lampiran F	Kalkulasi Pertambahan Radius Akibat Defleksi pada Part Bejana Tekan (Fundamental) ..... 166
Lampiran G	Gambar ..... 173
Lampiran H	Data Sheet ..... 174
Lampiran I	Dimensi dan Berat Pipa..... 176
Lampiran J	Join Efisiensi ( <i>ASME VIII div-1</i> )..... 183
Lampiran K	Material ..... 185