

**ANALISA KONSTRUKSI BEJANA TEKAN TIFE VERTIKAL 2-FA-111A
DI UNIT UREA PT. PUPUK SRIWIDJAJA IB PALEMBANG DENGAN
PROGRAM COSMOSWORKS**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya**

**OLEH:
IKHSAN MUNANDAR
03043150041**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA
2009**

410

2. 1801f
i. 18462

681.760 467
Mun
9-591322
2009



**ANALISA KONSTRUKSI BEJANA TEKAN TIPE VERTIKAL 2-FA-III
DI UNIT UREA PT. PUPUK SRIWIDJAJA 1B PALEMBANG DENGAN
PROGRAM COSMOSWORKS**



SKRIPSI

**Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya**

**OLEH:
IKHSAN MUNANDAR
03043150041**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA
2009**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

SKRIPSI

**ANALISA KONSTRUKSI BEJANA TEKAN TIPE VERTIKAL 2-FA-111A
DI UNIT UREA PT. PUPUK SRIWIDJAJA 1B PALEMBANG DENGAN
PROGRAM COSMOSWORKS**

Oleh:

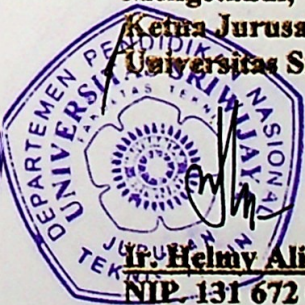
IKHSAN MUNANDAR
03043150041

Disetujui dan Disahkan Sebagai Skripsi

Inderalaya, Agustus 2009

**Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing Skripsi:**


**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Universitas Sriwijaya:**



Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 131 672 077

Ir. Zainal Abidin, MT
NIP. 131 595 557

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda : 1855/TA/DA/2009
Diterima Tanggal: 31/08-2009
Paraf : 

SKRIPSI

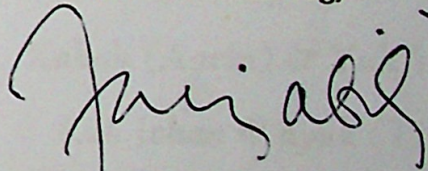
Nama : IKHSAN MUNANDAR
NIM : 03043150041
Mata Kuliah : BEJANA TEKAN
Judul : ANALISA KONSTRUKSI BEJANA TEKAN
TIPE VERTIKAL 2-FA-111A DI UNIT UREA PT.PUPUK
SRIWIDJAJA 1B DENGAN PROGRAM COSMOSWORKS
Diberikan :
Selesai :

Diketahui oleh
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Inderalaya, Agustus 2009
Diperiksa dan disetujui oleh
Dosen Pembimbing,



Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 131 672 077



Ir. Zainal Abidin, MT
NIP. 131 595 557

Halaman Persembahan

....."Jadikan sabar dan sholat sebagai penolongmu. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu".....

(QS : Al Baqarah ; 45)

...Sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan maka apabila kamu telah selesai urusanmu, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh yang lainnya.

(QS : Al-Insyirah; 6-7)

Segala Puji bagi Allah, SWT Tuhan pemilik alam semesta serta Solawat dan Salam kusampaikan untuk Muhammad, SAW Rosul Allah

Skripsi ini kupersembahkan...to

Bapak samo Mamak yang aku sayangi

Saudara-saudaraku yang terkasih

Kakak (Aprin) & Yuk Yeni

Kak Johan & ayuk (Titin)

Ayuk Cik (Yanti)

Untuk ponakan isat yang nakal & imut-imut

Kakak Arif, Adek Naya, Adek Alfath

ABSTRAK

Pressure vessel adalah bejana tekan yang tahan dari kebocoran yang berfungsi sebagai tempat penampung atau pemroses senyawa hydro karbon dan liquid. Bagian utama dari bejana tekan adalah badan bejana (shell), tutup bejana (head), dan tumpuan bejana (support).

Bejana ini menggunakan rancangan ASME Section-VIII dengan bentuk silinder dan tutup setengah ellips dengan tipe vertical 2-FA-111A dan jenis fluida yang ditampung adalah fluida gas. Material yang digunakan dalam pembuatan bejana tekan ini yaitu ASTM A-240 304 dengan kekuatan tarik (σ_u) = 5.17×10^8 N/m² dan kekuatan luluh (σ_y) = 2.06×10^8 N/m² Tujuan dalam tugas akhir ini untuk mendapatkan distribusi tegangan, regangan, perpindahan, dan faktor keamanan (*Factor Of Safety*) dengan menggunakan program *SolidWork* dan *CosmosWork*.

Kata kunci: ASTM A-240 304, Tegangan, Perpindahan, Regangan, Faktor Keamanan, dan *CosmosWork*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya juga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Sholawat dan salam selalu tercurah kepada Nabi Besar Muhammad SAW.

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada **Bapak Ir. Zainal Abidin, MT** selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan sebagian waktunya untuk bimbingan dan memberikan arahan sehingga skripsi ini dapat selesai pada waktu yang direncanakan.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis juga mendapat bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Badia Perizade, MBA, selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H.M. Taufik Toha, DEA , selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Hasan Basri, selaku Guru Besar Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
4. Bapak Ir. Helmy Alian, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Qomarul Hadi, ST, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Bapak H. Ismail Thamrin, ST, MT selaku Dosen Pembimbing Akademik.

7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
8. Orangtua saya yang telah memberikan restu dan dukungan baik moril maupun materil.
9. Untuk saudara-saudaraku, yang selalu memberi semangat dan mendoakanku.
10. Sahabat-sahabatku: Andi, Hadi, Haldi, Chipta, Budi, Jono, Saibi, Angga S, Aang, Hendra, Dadang, Sulaiman, Beni, Fauzie, Idrus, Agung, Festian, Karjo, Herman, Doni, Bojes, Ruli, Rahman, Ade, Airin, Radi, Windu, Panca, Rido, Ridwan, Mukti, Deni, Jikin, Amrilla, Candri, Angga N, Wiko, Dudung, Fuad, Noval dan teman-teman angkatan 2004 yang telah banyak memberikan saran dan bantuan yang tidak ternilai kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penyelesaian skripsi ini terdapat banyak kekurangannya. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah Penulis harapkan.

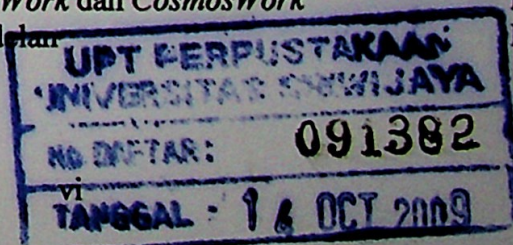
Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, kemajuan dan kesejahteraan masyarakat. Amin.

Inderalaya, Agustus 2009

penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Halaman Pengesahan	i
Halaman Persembahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Lampiran	xii
BAB I. PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Tujuan Penulisan	I-3
1.3. Pembatasan Masalah	I-3
1.4. Metodologi Penulisan	I-4
1.5. Sistematika Penulisan	I-5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1. Metode Elemen Hingga(MEH)	II-1
2.1.1. Pengertian Metode Elemen Hingga	II-1
2.1.2. Notasi Matrik Metode Elemen hingga	II-6
2.1.3. Metode Elemen Hingga Untuk Elemen Cangkang	II-8
2.1.4. Kriteria Kegagalan	II-13
2.2. Bejana (<i>Vessel</i>)	II-19
2.2.1. Bagian-Bagian Bejana Tekan	II-20
2.2.2. Metode Perancangan Bejana Tekan	II-22
2.2.3. Perancangan Bejana Tekan	II-26
2.3. Tegangan Pada Bejana Tekan	II-36
2.4. Program Komputer untuk Metode Elemen Hingga	II-37
BAB III. PENGENALAN PROGRAM	III-1
3.1. Pengenalan Program <i>SolidWork</i> dan <i>CosmosWork</i>	III-1
3.1.1. Dasar-Dasar Pemodelan	III-3



3.1.2. Dasar-Dasar Pengeditan Gambar	III-4
3.2. Analisis Menggunakan <i>CosmosWork</i> 2005	III-7
BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1. Perancangan Geometri Bejana	IV-1
4.1.1. Bejana (<i>shell</i>)	IV-1
4.1.2. Tutup Bejana (<i>Top head</i>)	IV-2
4.1.3. Tutup Bejana (<i>Bottom Head</i>)	IV-3
4.1.4. Tebal Nozzle	IV-4
4.2. Analisa Tegangan	IV-8
4.3. Analisa Distribusi Tegangan Menggunakan <i>CosmosWork</i> 2005	IV-11
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
V.1. Kesimpulan	V-1
V.2. Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pendefinisian titik simpul dan elemen	II-3
Gambar 2.2. Tipe-tipe elemen pada Metode Elemen Hingga	II-4
Gambar 2.3. Elemen isoparametrik Quad4	II-9
Gambar 2.4. Derajat kebebasan titik simpul elemen Quad4	II-10
Gambar 2.5. Grafik hubungan kriteria <i>von Mises</i> dan kriteria tegangan geser maksimum	II-16
Gambar 2.6. Grafik kriteria tegangan <i>Mohr-Coulomb</i>	II-18
Gambar 2.7. Bagian-bagian utama bejana tekan	II-20
Gambar 2.8. Metode tegangan membrane	II-23
Gambar 2.9. a. Potongan membran pada bejana	II-24
Gambar 2.9. b. Membran dilihat dari atas	II-24
Gambar 2.9. c. Membran bejana dilihat dari samping	II-24
Gambar 2.10 Metode tegangan lengkung	II-26
Gambar 2.11. Diagram alir menghitung tebal badan bejana	II-32
Gambar 2.12. Diagram alir menghitung tebal tutup bejana	II-35
Gambar 2.13. Badan bejana	II-36
Gambar 2.14. Potongan aa badan bejana	II-37
Gambar 3.1. Diagram alir program komputer <i>CosmosWorks</i>	III-2
Gambar 3.2. Jendela kerja <i>solidwork 2005</i>	III-4
Gambar 3.3. Proses <i>Extrude Boss</i>	III-4
Gambar 3.4. Proses <i>Extrude Cut</i>	III-5

Gambar 3.5. Proses <i>Revolve Boss</i>	III-5
Gambar 3.6. Proses <i>Sweep Boss</i>	III-6
Gambar 3.7. Proses <i>Loft Boss</i>	III-7
Gambar 3.8. Proses <i>Fillet</i>	III-7
Gambar 3.9. Proses <i>Chamfer</i>	III-8
Gambar 3.10. Tutup <i>manhole</i>	III-8
Gambar 3.11. <i>Study dialog box</i>	III-9
Gambar 3.12. Menentukan <i>restraint</i> pada <i>manhole</i>	III-10
Gambar 3.13. Menentukan <i>Load</i> pada <i>manhole</i>	III-10
Gambar 3.14. Proses <i>Meshing</i> pada <i>Manhole</i>	III-11
Gambar 3.15. Indikator proses <i>Running Analysis</i>	III-11
Gambar 3.16.. Hasil analisis <i>cosmoswork</i>	III-12
Gambar 4.1. Pemodelan <i>Restraint</i> dan <i>Pressure</i>	IV-10
Gambar 4.2. Distribusi Tegangan	IV-11
Gambar 4.3. Model pembuatan bejana	IV-12
Gambar 4.4. Pembuatan <i>Study</i>	IV-13
Gambar 4.5. Pemilihan jenis material	IV-14
Gambar 4.6. Pemodelan <i>restraint</i> dan <i>pressure</i>	IV-14
Gambar 4.7. Pemodelan <i>mesh</i>	IV-15
Gambar 4.8. Proses analisis	IV-15
Gambar 4.9. Distribusi Tegangan	IV-16
Gambar 4.10. Distribusi Perpindahan	IV-17
Gambar 4.11. Distribusi Regangan	IV-17

Gambar 4.12. Kondisi <i>pressure</i> pada bejana	IV-18
Gambar 4.13. Distribusi tegangan <i>von mises</i> bejana	IV-20
Gambar 4.14. Perpindahan yang terjadi pada bejana	IV-21
Gambar 4.15. Distribusi regangan pada bejana	IV-22
Gambar 4.16. Deformasi yang terjadi pada bejana	IV-23

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis-jenis badan bejana (<i>shell</i>)	II-21
Tabel 2.2 Jenis-jenis tutup bejana (<i>head</i>)	II-21
Tabel 4.1. Spesifikasi material	IV-14
Tabel 4.2. Tegangan maksimum dan minimum pada bejana	IV-16
Tabel 4.3. Perpindahan yang terjadi pada bejana	IV-17
Tabel 4.4. Regangan maksimum dan minimum pada bejana	IV-18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I

Data Geometri Bejana 2-FA-111A dari unit Urea PT. Pupuk Sriwidjaja 1B

Lampiran II

Stress Analysis of Pressure Vessel dari cosmoswork

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bejana atau vessel berfungsi sebagai alat penyimpanan bahan atau material yang berbentuk cair, gas atau zat padat serta zat-zat yang sedang bereaksi atau mengalami proses seperti reaktor dan reformer. Jika tekanan di dalam bejana melebihi tekanan atmosfer di luar bejana, maka bejana dinamakan bejana tekan atau *pressure vessel*. Bejana tekan adalah bagian yang hanya mewadahi material, yaitu badan bejana yang terdiri dari bagian silinder dan tutup pada kedua ujungnya serta beberapa bukaan yang dapat ditutup yang terdapat padanya.

Bejana ini dapat mengalami kerusakan yang dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Kesalahan dalam pemilihan material.
2. Kesalahan dalam perancangan dan perhitungan.
3. Kesalahan dalam pembuatan dan fabrikasi.
4. Kesalahan dalam hal perawatan.

Salah satu dari penyebab kerusakan tersebut yaitu kesalahan dalam perancangan sehingga dalam melaksanakan perancangan dan fabrikasi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dan dipertimbangkan, yaitu:

1. Penentuan tekanan dan temperatur rancangan.
2. Spesifikasi material yang digunakan.

3. Macam beban yang dapat membebani bejana tersebut.
4. Berat bejana dan isinya.
5. Kekuatan izin maksimum dari material yang digunakan.

Perancangan bejana dapat dilakukan dengan bantuan program-program komputer ataupun secara manual. Apabila menggunakan cara manual yaitu secara analitis, maka dalam prakteknya, apabila rancangan bejana yang dianalisis merupakan rancangan yang rumit dan kompleks diperlukan penurunan rumus matematis yang rumit dan memerlukan waktu yang lebih lama, dan apabila menggunakan bantuan program-program komputer relatif lebih mudah.

Untuk itu dalam menyelesaikan masalah tersebut dapat menggunakan program komputer *SolidWork 2005* dan *CosmosWork 2005* yang berbasis Metode Elemen Hingga. Metode Elemen Hingga adalah metode numerik yang membagi struktur menjadi elemen berhingga dan dapat dihitung dengan ukuran serta bentuk geometris yang homogen dan sederhana. Masing-masing elemen tersebut mempunyai beberapa titik simpul yang saling berhubungan dan kontinyu yang membentuk suatu jaring-jaring atau *mesh*. Beberapa masalah keteknikan yang dapat diselesaikan dengan menggunakan Metode Elemen Hingga adalah analisa tegangan, analisa getaran, perpindahan, dan mekanika retakan.

Struktur yang dikenai beban atau pengaruh-pengaruh lainnya akan menyebabkan terjadinya deformasi pada struktur tersebut, juga disertai dengan terjadinya tegangan dalam dan reaksi-reaksi pada titik-titik simpul.

Tujuan utama analisis dengan Metode Elemen Hingga adalah untuk memperoleh nilai pendekatan bukan tegangan dan perpindahan yang terjadi pada struktur.

1.2. Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan ini, yaitu:

1. Merancang geometri dan dimensi yang aman sesuai dengan ASME section VIII divisi 1 dan 2 tentang bejana tekan.
2. Mengetahui distribusi tegangan yang terjadi pada bejana tekan dengan program *SolidWork* dan *CosmosWork*
3. Mempelajari dan menggunakan salah satu perangkat lunak analisa struktur yaitu *SolidWork* dan *CosmosWork*

1.3. Pembatasan Masalah

Dalam hal ini Penulis memberikan batasan-batasan dalam menganalisa bejana tekan (*pressure vessel*) ini, yang dikarenakan bentuk struktur dari bejana tekan ini pada umumnya sangat kompleks dan rumit, maka Penulis menyederhanakan struktur bejana tekan yang akan dibahas, yaitu:

1. Tipe bejana tekan yang di analisa konstruksinya adalah 2-FA-111A KNOCKOUT DRUM di unit UREA PT. PUSRI 1B.
2. Analisa yang dilakukan dalam analisa konstruksi bejana tekan adalah analisa statik.

3. Beban yang digunakan yaitu beban dari tekanan dalam bejana tekan itu sendiri yang diakibatkan oleh gas CO₂.

1.4. Metodologi Penulisan

Metode yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Studi lapangan

Studi lapangan langsung di lapangan dengan mengambil data-data yang diperlukan di Unit UREA PT. Pupuk Sriwidjaja 1B.

2. Metode literatur

Mempelajari literatur-literatur yang berhubungan dengan teori Metode Elemen Hingga.

3. Metode Konsultasi

Metode ini dilakukan dengan cara berkonsultasi pada dosen dan pembimbing Tugas Sarjana mengenai hal-hal yang berkaitan dengan penyusunan skripsi ini sehingga mendapatkan bahan masukan serta ide-ide yang cemerlang demi kesempurnaan skripsi ini.

4. Studi perangkat lunak (*Software*).

yaitu mempelajari dan menggunakan perangkat lunak *SolidWork* dan *CosmosWork*.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibagi dalam beberapa bab, yaitu:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang latar belakang, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang teori-teori tentang Metode Elemen Hingga dan bejana tekan.

BAB III. PENGENALAN PROGRAM

Pada bab ini akan menjelaskan tentang program komputer yang digunakan yaitu *SolidWork 2005* dan *CosmosWork 2005*.

BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas tentang perhitungan komponen-komponen utama rancangan geometri dari *data sheet* tentang bejana tekan terutama tebal tutup, badan dan tumpuan bejana sebagai bagian utama dalam merancang sebuah bejana tekan. Analisa distribusi tegangan beban statik dengan menggunakan program *SolidWork* dan *CosmosWork* dan menganalisa hasil-hasil dari perhitungan yang telah diperoleh.

BAB V. KESIMPULAN

Pada bab ini akan memuat kesimpulan dan saran yang akan dijelaskan secara singkat hasil-hasil yang telah diperoleh dari analisa ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Maan H. Jawad & James R. Farr. *Structural Analysis and Design Of Process Equipment*, 2^{ed} Edition, A. Wiley-Interscience Publication, New York: 1989.
2. F. Megyesy, Eugene. *pressure vessel Handbook 6th*, Publishing Inc, USA: 1983
3. Gere & Timoshenko. *Mekanika Bahan*, Edisi ke empat, jilid 2, Erlangga. Jakarta:2000.
4. CosmosWorks Teacher Guide, *Basic Functionality Of CosmosWork*, Reproducible Slide From Web.
5. D.N, Jimmy, *Desain Mekanik Dengan SolidWorks*, Buku Ajar Jurusan Teknik Mesin UNSRI, Indralaya, 2004.
6. Harsokoesoemo Darmawan. *Bejana Tekan berdasarkan ASME Boiler and Pressure Vessel code section VIII division I*, ITB. Bandung.
7. J. N Reddy. *An Introduction to the Finite Elemen Method*, 2nd Edition, Mc. Graw Hill Book Co. Singapore: 1993
8. Timoshenko S, Woinowsky-Kreger S, Hindarko S. *Teori Pelat dan Cangkang*, Edisi Kedua, Erlangga. Jakarta: 1992.
9. Shigley Joseph E, Mitchell Larry D, Harahap Gandhi. *Perencanaan Teknik Mesin*, Edisi ke empat, Jilid 1, Erlangga. Jakarta: 1984