

**TUGAS AKHIR**

**PERANCANGAN ULANG BEJANA TEKAN VERTIKAL *SLUG*  
*CATCHER* KAPASITAS 3 m<sup>3</sup>, TEKANAN INTERNAL 98 barg, DAN  
TEMPERATUR 60 °C DENGAN BANTUAN *SOFTWARE* PV ELITE 2014**

*Diajukan Sebagai Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*



**Disusun Oleh :**

**MUHAMMAD FARIS AININ**

**20110130093**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2015**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Faris Ainin

NIM : 20110130093

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul “Perancangan Ulang Bejana Tekan Vertikal *Slug Catcher* Kapasitas 3 m<sup>3</sup>, Tekanan Internal 98 barg dan Temperatur 60 °C dengan Bantuan *Software* PV Elite 2014” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri 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 dirilis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan di sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka. 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.

Yogyakarta, 14 November 2015

Yang menyatakan,

Muhammad Faris Ainin

## **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Allah SWT yang maha pengasih dan penyayang yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.
2. Ayahanda Novel Ainin dan Ibunda Mariyam terimakasih atas semua cinta, kasih sayang, perhatian, do'a, motivasi, dan bimbingannya.
3. Kakakku Afaf Novel Ainin S.Kep dan adik-adikku tercinta yang menjadi motivasiku dalam belajar dan mendukung setiap langkahku untuk menyelesaikan jenjang pendidikan ini.
4. Orang yang aku sayangi Rohma Hapsari Suryahanimas, terimakasih telah bersedia menemani dalam setiap langkahku hingga sekarang ini, terimakasih juga atas segala pengorbanan, do'a, dan motivasinya.
5. Sahabat-sahabatku penghuni rumah kontrakan, terimakasih atas dukungan dan semangatnya.
6. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Teknik Mesin 2011, semoga kita semua menjadi orang hebat di msa yang akan datang.
7. Almamaterku tercinta Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terimakasih atas kesempatan yang sudah diberikan hingga akhirnya saya dapat menyelesaikan pendidikan ini.

## INTISARI

Pemanfaatan bejana tekan akhir-akhir ini telah berkembang pesat di berbagai industri. Bejana tekan berfungsi sebagai media untuk memproses maupun menyimpan material fluida. Bejana tekan merupakan peralatan teknik yang mengandung resiko bahaya tinggi yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan. Oleh karena itu maka sebuah perancangan bejana tekan harus memiliki tingkat keamanan yang tinggi dan sesuai dengan standar yang berlaku. Melihat kondisi pada saat ini yang masih terdapat kasus kegagalan bejana tekan, maka diperlukan suatu perancangan ulang terhadap suatu bejana agar dapat diketahui tingkat keamanannya.

Perancangan bejana tekan dapat dilakukan dengan metode yang disesuaikan dengan kemajuan teknologi. Dalam perancangan ini bejana yang dirancang adalah bejana tekan *Slug Catcher* kapasitas 3 m<sup>3</sup>, tekanan internal 98 bar, dan temperatur 60 °C. Perancangan tersebut dilakukan dengan perhitungan manual dan dengan bantuan software PV Elite 2014.

Berdasarkan perhitungan manual didapat ketebalan shell sebesar 1,5625 in, ketebalan head 1,5 in, MAWP shell 1424,31 psi, dan MAWP head 1478,15 psi. Sementara itu, berdasarkan perancangan dengan software didapat ketebalan shell 1,5526 in, ketebalan head 1,4539 in, MAWP shell 1621,20 psi, dan MAWP head 1706,05 psi. Dari hasil perancangan tersebut juga diketahui bahwa komponen yang paling kritis dalam menerima beban tekanan adalah flange dengan rating 600# karena memiliki tekanan ijin maksimum sebesar 1350 psi dibawah tekanan desainnya yaitu sebesar 1421,37 psi. Perancangan dengan menggunakan software lebih dianjurkan karena lebih efisien dari segi waktu yang digunakan dalam perancangan.

**Kata Kunci :** *Slug Catcher, Software PV Elite 2014, Head, Shell, MAWP*

## **.KATA PENGANTAR**

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini. Shalawat dan salam semoga tetap tercurah atas junjungan besar nabi Muhammad SAW yang selalu menjadi pedoman dalam setiap gerak langkah hidup kita.

Penelitian yang berjudul “Perancangan Ulang Bejana Tekan Vertikal *Slug Catcher* Kapasitas 3 m<sup>3</sup>, Tekanan Internal 98 barg, dan Temperatur 60 °C dengan Bantuan PV Elite 2014” ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S-1) pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penyusunan tugas akhir ini tidak dapat terlaksana tanpa bantuan dari berbagai pihak. Saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan arahan kepada saya selama penyusunan, khususnya kepada :

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Tito Hadji Agung Santosa, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I pada tugas akhir ini.
3. Bapak Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembimbing II pada tugas akhir ini.
4. Bapak Drs. Sudarisman, M.S.Mechs., PhD, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan perbaikan yang berharga dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Dosen-dosen pengampu mata kuliah di Prodi Teknik Mesin atas ilmu pengetahuan yang telah diberikan, semoga ilmu yang disampaikan dapat bermanfaat di dunia dan akhirat.
6. Staf dan karyawan Program Studi Teknik Mesin pada khususnya dan staf serta karyawan Fakultas Teknik pada umumnya serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

7. Kedua orang tua dan segenap keluarga yang telah memberikan semua cinta, kasih sayang, pengorbanan, perhatian dan do'a serta motivasi.
8. Teman-teman seperjuangan yang telah membantu dan memotivasi dalam menempuh studi bersama.
9. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa dalam naskah tugas akhir ini masih sangat jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan referensi dan waktu yang tersedia dalam penyusunannya. Untuk itu saya mengharapkan timbal balik berupa kritik dan saran yang sifatnya membangun demi penyempurnaan di masa-masa yang akan datang.

Selanjutnya, penyusun berharap semoga isi dari tugas akhir ini bermanfaat dengan memberikan wawasan yang lebih luas dan menjadi sumbangan pemikiran kepada pembaca para pembaca khususnya kepada para mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Yogyakarta, 14 November 2015

Penyusun,

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>INTISARI</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Perancangan .....	3
1.5. Manfaat Perancangan .....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Perancangan Bejana Tekan .....	5
2.2. Perancangan Bejana Tekan dengan PV Elite .....	6
2.3. Landasan Teori.....	7
2.3.1. Definisi Bejana Tekan.....	7
2.3.2. Fungsi Bejana Tekan.....	7
2.3.3. Klasifikasi Bejana Tekan .....	9
2.3.4. Bagian-Bagian Bejana Tekan.....	11
2.3.5. Beban Internal pada Bejana Tekan .....	19

2.3.6. <i>Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)</i> .....	20
2.3.7. Tekanan Tes Hidrostatik .....	21
2.3.8. <i>Maximum Allowable Stress Value</i> .....	22
2.3.9. Efisiensi Sambungan ( <i>Joint Efficiency</i> ) .....	22
2.3.10. Penentuan Ketebalan Dinding dan MAWP Berdasarkan Dimensi .....	22
Dalam dan Dimensi Luar	
2.3.11. Desain Bejana Tekan Berdasarkan Beban Tekanan Eksternal .....	25
2.3.12. Beban Angin .....	39
2.3.13. Beban Gempa .....	42
2.3.14. Desain <i>Skirt Support</i> .....	45
2.3.15. Desain Penguatan Opening untuk Tekanan Internal.....	46
2.3.16. PV Elite 2014 .....	48

### **BAB III METODOLOGI PERANCANGAN**

3.1. Standar Perancangan yang Digunakan.....	60
3.2. Data Perancangan.....	60
3.2.1. Data Sheet Bejana Tekan <i>Slug Catcher</i> .....	60
3.3. Diagram Alir Perancangan.....	65

### **BAB IV HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN**

4.1. Perancangan Bejana Tekan dengan Perhitungan Manual .....	66
4.1.1. Desain Tekanan Internal .....	66
4.1.2. Desain Tekanan Eksternal.....	73
4.1.3. Beban Angin .....	78
4.1.4. Beban Gempa .....	79
4.1.5. Desain <i>Skirt Support</i> .....	80
4.1.6. Desain Penguat Opening .....	82
4.2. Perancangan Bejana Tekan dengan Software PV Elite 2014 .....	85
4.2.1. Input Data Beban-Beban Bejana Tekan.....	85
4.2.2. Membuat Model Bejana Tekan.....	87
4.2.3. Hasil Perhitungan .....	98



4.3. Perbandingan Hasil Perancangan.....	99
4.3.1. Analisis Hasil Perancangan.....	101

**BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	104
5.2. Saran.....	105

<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	106
-----------------------------	-----

<b>LAMPIRAN</b> .....	108
-----------------------	-----

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bejana Tekan Vertikal.....	10
Gambar 2.2. Bejana Tekan Horizontal.....	10
Gambar 2.3. Bejana Tekan Bola .....	11
Gambar 2.4. Ellipsoidal Head .....	13
Gambar 2.5. Torispherical Head .....	13
Gambar 2.6. Hemispherical Head .....	14
Gambar 2.7. Cone Head .....	14
Gambar 2.8. Flat Head .....	14
Gambar 2.9. Leg .....	15
Gambar 2.10. Saddles .....	16
Gambar 2.11. Nozzle .....	16
Gambar 2.12. Reinforcing Pad .....	17
Gambar 2.13. Stiffening Ring .....	18
Gambar 2.14. Lifting Lug .....	19
Gambar 2.15. (a) Bejana Tekan Tanpa <i>Stiffening Ring</i> , (b) Bejana Tekan ... dengan <i>Stiffening Ring</i>	26
Gambar 2.16. Grafik Untuk Menentukan Ketebalan Dinding Head .....	27
Gambar 2.17. Grafik Untuk Menentukan Ketebalan Dinding Shell Silindris Bejana Tekan	28
Gambar 2.18. Nilai Faktor A .....	29
Gambar 2.19. Nilai Faktor B untuk Bejana Tekan dengan Material .....	30
Carbon Steel	
Gambar 2.20. Nilai Faktor B untuk Bejana Tekan dengan Material .....	31
Baja Austenit (18Cr-8Ni, T Type 304)	
Gambar 2.21. Nilai Faktor B untuk Bejana Tekan dengan Material .....	32
Baja Austenit (18Cr-8Ni-Mo, Type 316)	
Gambar 2.22. Nilai Faktor B untuk Bejana Tekan dengan Material .....	33
Baja Austenit (18Cr-8Ni-O, 03 max. Carbon, Type 304)	

Gambar 2.23. Nilai Faktor B untuk Bejana Tekan dengan Material .....	34
Baja Austenit (18Cr-8Ni-Mo-0,03 max. carbon, Types 316L and 317L)	
Gambar 2.24. Analisis Spherical Head .....	35
Gambar 2.25. Analisis Elipsoidal Head .....	37
Gambar 2.26. Analisis Torispherical Head .....	37
Gambar 2.27. Analisis Cone dan Conical Section .....	37
Gambar 2.28. (a) Diagram Distribusi Gaya, (b) Diagram Gaya Geser .....	42
Gambar 2.29. <i>Seismic Zoning Map of UAE</i> .....	43
Gambar 2.30. Skema Bejana Tekan Vertikal .....	44
Gambar 2.31. Tipe Pengelasan Skirt .....	45
Gamabr 2.32. Luas Bidang Penguatan Opening .....	46
Gambar 2.33. Tampilan Awal PVElite 2014 .....	50
Gambar 2.34. Toolbar Input Processors .....	51
Gambar 2.35. General Input .....	52
Gambar 2.36. Design Constrains .....	53
Gambar 2.37. Load Case .....	53
Gambar 2.38. Wind Load .....	54
Gambar 2.39. Seismic Load .....	55
Gambar 2.40. Heading .....	55
Gambar 2.41. Toolbar Elements .....	56
Gambar 2.42. Memasukkan Dimensi Elemen Bejana Tekan .....	57
Gambar 2.43. Menambahkan Detail .....	57
Gambar 2.44. Menambahkan Nozzle .....	58
Gambar 2.45. Tampilan Hasil Perhitungan .....	58
Gambar 3.1. Shop Drawing Bejana Tekan Slug Catcher .....	64
Gambar 3.2. Diagram Alir Perancangan .....	65
Gambar 4.1. Input Data Desain .....	86
Gambar 4.2. Input Data Beban Angin .....	86
Gambar 4.3. Input Data Beban Gempa .....	87
Gambar 4.4. Desain Skirt .....	88

Gambar 4.5. Model Skirt .....	88
Gambar 4.6. Desain <i>Ellisoidal Head</i> .....	89
Gambar 4.7. Model Head .....	90
Gambar 4.8. Desain Cylindrical Shell .....	91
Gambar 4.9. Model Shell .....	91
Gambar 4.10. Desain Nozzle .....	93
Gambar 4.11. Hasil Quick Calculation pada Nozzle N1 dengan Jenis .....	94
Nozzle Standar	
Gambar 4.12. (a) Standard Nozzle, (b) Self Reinforcing Nozzle .....	94
Gambar 4.13. Hasil Quick Calculation pada Nozzle N1 dengan Jenis .....	95
Nozzle Self Reinforcing Nozzle	
Gambar 4.14. Peringatan pada Perhitungan Tekanan Internal .....	97
Gambar 4.15. Model Nozzle .....	97
Gambar 4.16. Hasil Pemodelan Bejana Tekan Slug Catcher .....	98
Gambar 4.17. Ikon Analyze .....	98
Gambar 4.18. Tampilan Hasil Perhitungan .....	99

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tekanan Tes Hidrostatik Bejana Tekan yang Dibatasi ..... MAWP Flange	22
Tabel 2.2. Penentuan Ketebalan Dinding dan MAWP Elemen ..... Bejana Tekan	23
Tabel 2.3. Nilai Faktor M.....	25
Tabel 2.4. Tekanan Angin untuk Bejana Tekan dengan Penampang Persegi	40
Tabel 2.5. Wind Stagnation Pressure .....	40
Tabel 2.6. Exposure & Gust Factor Coefficient .....	40
Tabel 2.7. Gust Response Factor .....	41
Tabel 2.8. Velocity Pressure .....	41
Tabel 2.9. Seismic Zone Factor.....	43
Tabel 3.1. Data General Bejana Tekan Slug Catcher .....	60
Tabel 3.2. Data Konstruksi Bejana Tekan .....	62
Tabel 3.3. Data Material Komponen Bejana Tekan Slug Catcher .....	62
Tabel 3.4. Data Nozzle Bejana Tekan Slug Catcher .....	63
Tabel 4.1. MAWP Flange .....	70
Tabel 4.2. MAWP Flange baru .....	71
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Penguatan Nozzle .....	85
Tabel 4.4. Data Nozzle .....	92
Tabel 4.5. Ukuran Hub Thickness .....	96
Tabel 4.6. Perbandingan Hasil Perancangan .....	100
Tabel 4.7. Perbandingan Hasil Perhitungan Bidang Penguatan Nozzle .....	101

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Data Sheet</i> Bejana Tekan <i>Slug Catcher</i> .....	108
Lampiran 2. <i>Joint Efficiency</i> Beberapa Jenis Sambungan Las.....	111
Lampiran 3. Desain Sambungan Las .....	112
Lampiran 4. Kekuatan Ijin Material SA 516 Gr. 60 (ASME B.31.3).....	115
Lampiran 5. Kekuatan Ijin Material SA-105 (ASME B31.3).....	116
Lampiran 6. Tabel <i>Pressure-Temperature Ratings for Group 1.1 Materials</i> (ASME B 16.5)	117
Lampiran 7. Tabel <i>Pressure-Temperature Ratings for Group 3.8 Materials</i> (ASME B 16.5)	118
Lampiran 8. Mencari Nilai Faktor A .....	119
Lampiran 9. Mencari Nilai Faktor B untuk Desain Shell .....	120
Lampiran 10. Nilai Faktor B untuk Desain Head dengan Ketebalan 0,25 in	121
Lampiran 11. Mencari Nilai Faktor B untuk Desain Head ketebalan 1,5 in..	122
Lampiran 12. Hasil Perhitungan Software PV Elite 2014 .....	123