

PERANCANGAN ULANG BEJANA TEKAN VERTIKAL *FUEL GAS SCRUBBER* KAPASITAS 6M³, TEKANAN INTERNAL 40 barg, TEKANAN EKSTERNAL *FULL VACUUM* dan TEMPERATUR 120°C, MENGGUNAKAN *SOFTWARE PV ELITE 2014*

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Sarjana Strata-1

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

Gurun Wisnu Permadi

20130130324

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2018

PERNYATAAN

Dengan ini penulis,

Nama : Gurun Wisnu Permadi

NIM : 20130130324

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul: “Perancangan Ulang Bejana Tekan Vertikal *Fuel Gas Scrubber* Kapasitas 6m^3 , Tekanan Internal 40 barg, Tekanan Eksternal *Full Vacuum* dan Temperatur 120°C Menggunakan *Software PV Elite 2014*” ini merupakan asli hasil karya penulis dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis 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, 4 Januari 2018

Gurun Wisnu Permadi

MOTTO

“Bila kamu tak tahan lelahnya belajar, maka kamu akan menanggung perihnya kebodohan”

-Imam Syafi'i-

“Tidak penting seberapa lambat anda berjalan, selama anda tidak berhenti”

-Confucius-

“Kites rise highest against the wind, not with it”

-Winston Churchill-

“Bermimpilah Setinggi Langit, Jika Engkau Jatuh Maka Kau Akan Jatuh Diantara Bintang-Bintang”

-Ir. Soekarno-

“Seng penting yakin”

-Leonardo Arizona-

PERSEMBAHAN

Dengan segala puji bagi Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya, akhirnya Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu saya mempersembahkan rasa terima kasih yang terdalam atas Tugas Akhir ini kepada:

1. Orang tua saya tercinta, Bapak Suharno dan Ibu Indah Ratnawati atas doa yang selalu terucap dan usaha yang keras dalam memenuhi kebutuhan serta kasih sayang tanpa pamrih, serta seluruh keluarga besar yang telah mendoakan serta memberi saya semangat.
2. Bapak Tito Hadji Agung Santoso, S.T., M.T dan Bapak Thoharudin, S.T., MT. selaku dosen pembimbing, serta seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Karyawan Teknik Mesin UMY atas bantuan dan ilmu yang diberikan selama perkuliahan.
3. Temanku Dimas, Leonardo, Reza, Bibit, Danang, Dharu, Dewa, Wiwin, Khadlik dan seluruh anggota KKN 066 2013, serta semua teman yang selalu siap untuk mendukung dan membantu yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Terima kasih dan salam sukses.
4. Kelas F, kelas G, dan seluruh Angkatan 2013 Teknik Mesin UMY atas semua pengalaman terbaik.
5. Fifi Alfina yang tidak henti-hentinya memberi masukan serta semangat setiap hari.

Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu saya mengucapkan terima kasih. Akhir kata saya persembahkan Tugas Akhir ini semoga dapat memberikan manfaat bagi perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan petunjuk-Nya sehingga penyusunan tugas akhir berjudul “Perancangan Ulang Bejana Tekan Vertikal *Fuel Gas Scrubber* Kapasitas 6m^3 , Tekanan Internal 40 barg, Tekanan Eksternal *Full Vacuum* dan Temperatur 120°C Menggunakan *Software* PV Elite 2014” dapat terlaksana dan terselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini berisi tentang hasil perancangan ulang bejana tekan milik perusahaan Qatar Petroleum, semua parameter dari *data sheet Fuel Gas Scrubber* digunakan sebagai *input* dalam perancangan dan perhitungan teoretis.

Penyusun mengharapkan masukan, kritik serta saran selama penyusunan berlangsung. Namun demikian, penyusun menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna mengingat keterbatasan referensi dan waktu yang tersedia untuk penyusunannya. Untuk itu penyusun mengharapkan timbal balik dari berbagai pihak demi penyempurnaan di masa-masa yang akan datang. Selanjutnya, penyusun berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam memahami teori dan praktik tentang perancangan bejana tekan menggunakan *software* PV Elite khususnya PV Elite 2014 serta untuk perhitungan teoretisnya.

Yogyakarta, 4 Januari 2018
Penyusun

Gurun Wisnu Permadi
20130130324

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Definisi Bejana Tekan	7
2.2.2 Klasifikasi Bejana Tekan.....	7
2.2.3 Bagian-Bagian Bejana Tekan	9
2.2.4 Beban yang Bekerja pada Bejana Tekan	13
2.2.5 Tegangan Maksimum yang Diizinkan	14

2.2.6 Efisiensi Sambungan	14
2.2.7 Penentuan <i>Head</i> dan <i>shell</i>	15
2.2.8 <i>Maximum Allowable Working Pressure</i>	17
2.2.9 Tegangan Membran.....	18
2.2.10 Tekanan Tes <i>Hydrostatic</i>	18
2.2.11 Beban Tekanan Eksternal	19
2.2.12 Beban Angin.....	26
2.2.13 Beban Gempa	29
2.2.14 Desain <i>Skirt Support</i>	31
2.2.15 Desain Penguat untuk Bukaan <i>Nozzle</i>	31
2.3 <i>Software</i> PV Elite 2014.....	34
2.3.1 Tatap Muka (<i>Interface</i>) PV Elite 2014	34

BAB III METODOLOGI PERANCANGAN

3.1 Metode Perancangan	42
3.2 Data Perancangan.....	42
3.2.1 Data Desain Bejana tekan	42
3.3 Diagram Alir	47

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Perancangan.....	48
4.2 Perhitungan Teoretis Bejana Tekan Vertikal <i>Fuel Gas Scrubber</i>	49
4.2.1 Perhitungan Ketebalan <i>Head</i> dan <i>Shell</i>	49
4.2.2 Perhitungan MAWP <i>Shell</i> , <i>Head</i> dan <i>Flange</i>	50
4.2.3 Perhitungan Tekanan Tes <i>Hydrostatic</i>	52
4.2.4 Perhitungan Beban Tekanan Eksternal	53
4.2.5 Perhitungan Beban Angin dan Beban Gempa	56
4.2.6 Perhitungan <i>Skirt Support</i>	59
4.2.7 Perhitungan Penguat <i>Nozzle (Reinforcement pad)</i>	59
4.3 Perancangan Menggunakan PV Elite 2014.....	63
4.3.1 Membuat Model Bejana Tekan.....	63
4.3.2 Beban-beban pada Bejana Tekan	71

4.4 Hasil Analisis Bejana Tekan	72
4.5 Perbandingan Hasil Analisis <i>software</i> dan Perhitungan Teoretis	73
4.6 Analisis Hasil Perancangan dan Perbandingan	75

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	78
5.2 Saran	80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bejana Tekan Vertikal.....	8
Gambar 2.2. Bejana Tekan Horizontal.....	8
Gambar 2.3. Jenis-jenis <i>Head</i>	10
Gambar 2.4. <i>Shell</i>	10
Gambar 2.5. <i>Opening</i>	11
Gambar 2.6. <i>Saddle</i>	11
Gambar 2.7. <i>Skirt</i>	12
Gambar 2.8. <i>Reinforcement Pad</i>	13
Gambar 2.9. Grafik mencari t	20
Gambar 2.10. Nilai Faktor A	21
Gambar 2.11. Grafik Modulus Elastisitas	22
Gambar 2.12. Analisis <i>Spherical Head</i>	23
Gambar 2.13. Grafik Menentukan Tebal <i>Head</i>	24
Gambar 2.14. Analisis <i>Elipsoidal Head</i>	25
Gambar 2.15. Analisis <i>Toispherical Head</i>	26
Gambar 2.16. Diagram Distribusi Gaya Geser	29
Gambar 2.17. Skema Bejana Tekan Vertikal.....	30
Gambar 2.18. <i>Nozzle</i> dengan Plat Penguat.....	32
Gambar 2.19. Tampilan Awal PV Elite 2014	34
Gambar 2.20. <i>Nozzle Database</i>	35
Gambar 2.21. Menu <i>File</i>	35
Gambar 2.22. Lembar Kerja.....	36
Gambar 2.23. Menu <i>Home</i>	36
Gambar 2.24. <i>General Input</i>	37
Gambar 2.25. <i>Design Constrains</i>	38
Gambar 2.26. <i>Load Cases</i>	39
Gambar 2.27. <i>Wind Data</i>	39
Gambar 2.28. <i>Seismic Load</i>	40
Gambar 2.29. <i>Input Nozzle</i>	40

Gambar 2.30. Tampilan Hasil Analisis	41
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Perancangan Bejana Tekan.....	47
Gambar 4.1. Data <i>Skirt</i>	64
Gambar 4.2. Pemodelan <i>Skirt</i>	64
Gambar 4.3. Data <i>Bottom Head</i>	65
Gambar 4.4. Pemodelan <i>Bottom Head</i>	66
Gambar 4.5. Data <i>Shell</i>	67
Gambar 4.6. Pemodelan <i>Shell</i>	67
Gambar 4.7. Pemodelan <i>Top Head</i>	68
Gambar 4.8. Pemodelan Letak <i>Nozzle</i>	68
Gambar 4.9. <i>Input Nozzle</i> tanpa Plat Penguat	70
Gambar 4.10. <i>Nozzle</i> dengan Plat Penguat.....	70
Gambar 4.11. Data <i>Design Constrains</i>	71
Gambar 4.12. <i>Wind Load</i>	72
Gambar 4.13. <i>Seismic Load</i>	72
Gambar 4.14. Hasil Analisis Menggunakan <i>Software</i>	73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai Efisiensi Sambungan.....	15
Tabel 2.2. Menentukan Ketebalan <i>Shell</i> Berdasarkan Tekanan Internal Dan Dimensi Dalam.....	16
Tabel 2.3. Menentukan Ketebalan <i>Head</i> Berdasarkan Tekanan Internal Dan Dimensi Dalam.....	16
Tabel 2.4. <i>Exposure And Gust Factor Coefficient</i>	27
Tabel 2.5. <i>Velocity Pressure</i>	28
Tabel 2.6. <i>Coefficient G</i>	28
Tabel 3.1. Data Desain	42
Tabel 3.2. Data Material Konstruksi	44
Tabel 3.3. Data Konstruksi	45
Tabel 3.4. Estimasi Berat	46
Tabel 3.5. Data <i>Nozzle</i>	46
Tabel 4.1. Data Perancangan.....	48
Tabel 4.2. Data <i>Flange</i>	51
Tabel 4.3. Perhitungan Luas Bidang <i>Nozzle</i>	62
Tabel 4.4. Data <i>Nozzle</i>	69
Tabel 4.5. Perbandingan Analisis <i>Software</i> dan Perhitungan Teoretis	74
Tabel 4.6. Perbandingan Perhitungan <i>Nozzle</i>	75

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ASME	: <i>American Society of Mechanical Engineering</i>
ASA	: <i>American Standards Association</i>
ANSI	: <i>American National Standard Institute</i>
ASCE	: <i>American Society of Civil Engineering</i>
UBC	: <i>Uniform Building Code</i>
VTC	: <i>Vendor to Confirm</i>
VTA	: <i>Vendor to Advice</i>
CA	: <i>Corrosion Allowance</i>
MAWP	: <i>Maximum Allowable Working Pressure</i>
MAPNC	: <i>Maximum Allowable Pressure New and Cold</i>
T_o	: Temperatur Operasi
T_d	: Temperatur Desain
P_o	: Tekanan Operasi
P_d	: Tekanan Desain
P_{hs}	: Tekanan Hidrostatik
P	: Tekanan
P_w	: Tekanan Angin
D	: Diameter
D_{corr}	: Diameter Terkorosi
R	: Jari-Jari
R_{corr}	: Jari-Jari Terkorosi
S	: Tegangan Izin
t	: Tebal
t_{corr}	: Tebal Terkorosi
E	: Efisiensi Sambungan
E	: Modulus Elastisitas
L	: Panjang Bejana Tekan
V_w	: Kecepatan Angin
ρ	: Densitas <i>fluida</i>

g	: gravitasi
z	: Tinggi Bejana Tekan
H	: Tinggi Bejana Tekan
Q_s	: <i>Wind Signation Pressure</i>
C_q	: <i>Shape Factor</i> atau <i>Pressure Coefficient</i>
C_e	: <i>Exposure and Gust Factor Coefficient</i>
Q_z	: <i>Velocity Pressure</i>
C_f	: Faktor Bentuk (<i>Shape Factor</i>)
A_f	: Luas Proyeksi Tower
F	: Gaya
G	: Faktor Akibat Tekanan Angin
Z	: Faktor Zona Seismic
I	: <i>Occupancy Importance Coefficient</i>
W	: Berat Bejana Keseluruhan
M	: Momen Maksimum
F_t	: Total <i>Horizontal Seismic Force</i>

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data *Sheet*
- Lampiran 2. Hasil Perancangan PV Elite 2014
- Lampiran 3. Menentukan Faktor A
- Lampiran 4. Menentukan Faktor B pada *Shell*
- Lampiran 5. Menentukan Faktor B pada *Head*
- Lampiran 6. Tebal Dinding *Head* Dan *Shell*
- Lampiran 7. Perhitungan Ketebalan *Nozzle*
- Lampiran 8. Elemen *Thickness*
- Lampiran 9. Internal *Pressure*
- Lampiran 10. Tes Tekanan Hidrostatik
- Lampiran 11. *Wind Load*
- Lampiran 12. *Seismic Load*
- Lampiran 13. MAWP *Flange*
- Lampiran 14. Data *Nozzle*
- Lampiran 15. Luas Area Penguat *Nozzle*
- Lampiran 16. Tegangan Izin Material
- Lampiran 17. *Seismic Zone*