

**PERANCANGAN ULANG BEJANA TEKAN *VERTICAL 2nd*  
*STAGE COMPRESSOR SUCTION KICK OFF DRUM*  
KAPASITAS 10,4 m<sup>3</sup>, TEKANAN INTERNAL 62 barg,  
TEKANAN EKSTERNAL *FULL VACUUM*, dan TEMPERATUR  
150°C, dengan BANTUAN *SOFTWARE PV Elite 2014***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat  
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

**DHARU TAUFIK PRADISTYA**

**20130130282**

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

**2017**

## PERNYATAAN

Dengan ini penulis,

**Nama : Dharu Taufik Pradistya**

**NIM : 20130130282**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul: “Perancangan Ulang Bejana Tekan Vertikal *2nd Stage Compressor Suction Kick off Drum* Kapasitas 10,4 m<sup>3</sup>, Tekanan Internal 62 Barg, Tekanan Eksternal *Full Vacuum* dan Temperatur 150°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, 30 Desember 2017**

**Materai, 6.000,-**

**Dharu Taufik Pradistya**

## MOTTO

*“Sometimes, the most brilliant and intelligent minds do not shine in standardized tests because they do not have standardized minds”*

-Diane Ravitch-

*“Jika kau butuh lebih dari sekedar tafsiran dan kutipan pasaran tentang siapa itu tuhan, teman, dan diri sendiri. Pergilah mendaki gunung atau mengheninglah”*

-Jazuli Imam-

*“Manisku, aku jalan terus, membawa kenangan serta harapan bersama hidup yang begitu biru”*

-Soe Hok Gie -

## **PERSEMBAHAN**

Assalamu 'alaikum wa rahmatullahi wa barakatuh

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, Agus Sugiyarto S.Pd. dan Suparni S.P.d. 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 Santosa, 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 seperjuangan Gurun, Leonardo, Malik, Dimas, Reza, Bibit, Rozak, Danang, Ikram, Dewa, Raka, Aziz, Wiwin dan seluruh anggota KKN 059 2013, serta semua teman yang selalu siap untuk mendukung dan membantu yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Terima kasih dan salam sukses.
4. Sahabat perantauanku Farid, Pulung, Bangkit, Aul, Anjas, Baskoro, Jorgi, Akbar, Fregi, Atom, Faris, dan Gifari yang selalu memberikan kesenangan dikontrakan condong catur, serta seluruh anggota Pegasus yang tidak bisa disebutkan satu per satu, terima kasih berkat kalian Jogja terasa asik.

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.

Wa 'alaikumus salam wa rahmatullahi wabarakatuh

## 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 *2nd Stage Compressor Suction Kick off Drum* Kapasitas 10,4 m<sup>3</sup>, Tekanan Internal 62 barg, Tekanan Eksternal *Full Vacuum* dan Temperatur 150°C Menggunakan *Software PV Elite 2014*” dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini dibuat sebagai syarat mendapatkan gelar S-1 serta untuk menerapkan teori serta praktik pada saat perkuliahan. Tugas akhir ini berisi tentang hasil perancangan ulang bejana tekan milik perusahaan Qatar Petroleum, perhitungan teoritis serta hasil analisa keamanan yang penulis analisa dari hasil perancangan yang dilakukan.

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 teoritisnya.

Yogyakarta, Desember 2017  
Penyusun

Dharu Taufik Pradistya  
20130130282

## DAFTAR ISI

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

### **BAB I PENDAHULUAN**

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

### **BAB II DASAR TEORI**

2.1 Tinjau Pustaka .....	5
2.2 Landasan 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 Tekanan Maksimum yang Diizinkan .....	15

2.2.6 Efisiensi Sambungan .....	15
2.2.7 Analisis Tegangan Pada Bejana Tekan .....	16
2.2.8 Penentuan Ketebalan <i>Shell</i> dan <i>Head</i> .....	18
2.2.9 <i>Maximum Allowable Working Pressure</i> (MAWP).....	17
2.2.10 Tekanan Tes Hidrostatik .....	18
2.2.11 Beban Tekanan Eksternal .....	21
2.2.12 Beban Angin.....	28
2.2.13 Beban Gempa .....	21
2.2.14 Desain <i>Skirt Support</i> .....	33
2.2.15 Desain Penguat <i>Nozzle</i> .....	34
2.2.16 <i>Software</i> PV Elite 2014.....	36

### **BAB III METODOLOGI PERANCANGAN**

3.2 Data Perancangan.....	42
3.1.1 Data General .....	42
3.1.2 Data Kontruksi.....	44
3.1.3 Data Material Konstruksi.....	44
3.1.4 <i>Estimated Weight</i> .....	45
3.1.5 <i>Nozzle Schedule</i> .....	46
3.3 Diagram Alir .....	47

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

4.1 Perhitungan Manual Bejana Tekan .....	49
4.1.1 Perhitungan Ketebalan Dinding Berdasarkan Tekanan Internal.....	49
4.1.3 Perhitungan MAWP <i>Shell</i> , <i>Head</i> dan <i>Flange</i> .....	51
4.1.4 Perhitungan Tekanan Tes Hidrostatik .....	53
4.1.2 Perhitungan Ketebalan Dinding Berdasarkan Tekanan Eksternal .....	53
4.1.5 Perhitungan Beban Angin dan Beban Gempa .....	56
4.1.6 Desain <i>Skirt Support</i> .....	58
4.1.7 Desain Penguat <i>Nozzle (Reinforcement pad)</i> .....	59
4.2 Perancangan Bejana Tekan Menggunakan <i>Software</i> PV Elite 2014 .....	63
4.2.1 Inpiut Data Beban Beban Bejana Tekan .....	63

4.2.2 Membuat Model Bejana Tekan.....	66
4.2.3 Hasil Perhitungan.....	72
4.2.4 Perbandingan Hasil Perancangan Manual dengan PV Elite .....	73
4.2.5 Analisis Hasil Perancangan.....	74
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1 Kesimpulan .....	78
5.2 SARAN .....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>81</b>
LAMPIRAN	



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bejana Tekan Vertikal.....	8
Gambar 2.2. Bejana Tekan Horisontal.....	8
Gambar 2.3. <i>Cylindrical Shell</i> .....	9
Gambar 2.4. Tipe <i>Head</i> .....	10
Gambar 2.5. <i>Opening Nozzle</i> .....	11
Gambar 2.6. <i>Leg</i> .....	11
Gambar 2.7. <i>Skirt</i> .....	12
Gambar 2.8. <i>Saddle</i> .....	12
Gambar 2.9. <i>Reinforcement Pad</i> .....	13
Gambar 2.10. Distribusi tegangan (a) Bejana Tekan Tanpa dinding tipis, (b) <i>Bejana Tekan dinding Tebal</i> .....	16
Gambar 2.11. <i>Shell</i> silinder dinding tipis.....	17
Gambar 2.10. (a) Bejana Tekan Tanpa <i>Stiffening Ring</i> , (b) <i>Bejana Tekan</i> <i>Dengan Stiffening Ring</i> .....	21
Gambar 2.11. Grafik Untuk Menentukan Ketebalan Dinding <i>Shell</i> .....	22
Gambar 2.12. Nilai Faktor A .....	23
Gambar 2.13. Nilai Faktor B untuk Bejana Tekan dengan Material <i>Carbon</i> <i>Steel</i> .....	24
Gambar 2.14. Analisis <i>Spherical Head</i> .....	25
Gambar 2.15. Grafik Menentukan Tebal Dinding <i>Head</i> .....	26
Gambar 2.16. Analisis <i>Elipsoidal Head</i> .....	27
Gambar 2.17. Analisis <i>Toispherical Head</i> .....	28
Gambar 2.18. (a) Diagram Distribusi Gaya (b) Diagram Gaya Geser.....	30
Gambar 2.19. Skema Bejana Tekan Vertikal.....	32
Gambar 2.20. <i>Nozzle</i> dengan Plat Penguat.....	34
Gambar 2.21. Tampilan Awal PV Elite 2014 .....	36
Gambar 2.22. Menu <i>File</i> .....	38
Gambar 2.23. <i>General Input</i> .....	38
Gambar 2.24. <i>Design Constrains</i> .....	39

Gambar 2.25. <i>Wind Data</i> .....	39
Gambar 2.26. <i>Seismic Data</i> .....	40
Gambar 2.27. Menu <i>Elements</i> .....	40
Gambar 2.28. Menu <i>Details</i> .....	41
Gambar 2.29. <i>Toolbar</i> Perancangan <i>Nozzle</i> .....	41
Gambar 3.1. Diagram Alir Perancangan Bejana Tekan.....	48
Gambar 4.1. <i>Shell</i> .....	49
Gambar 4.2. <i>Input Data</i> Desain.....	64
Gambar 4.3. <i>Input Data</i> Beban Angin.....	65
Gambar 4.4. <i>Input Data</i> Beban Gempa .....	65
Gambar 4.5. Desain <i>Skirt</i> .....	66
Gambar 4.6. Model <i>Skirt</i> .....	67
Gambar 4.7. Desain <i>Bottom Head</i> .....	67
Gambar 4.8. Model <i>Bottom Head</i> .....	68
Gambar 4.9. Desain <i>Cylindrical Shell</i> .....	68
Gambar 4.10. Model <i>Shell</i> .....	69
Gambar 4.11. Model <i>Top Head</i> .....	69
Gambar 4.12. Desain <i>Nozzle Warning</i> .....	71
Gambar 4.13. Desain <i>Nozzle Aman</i> .....	71
Gambar 4.14. Pemodelan <i>Nozzle</i> .....	72
Gambar 4.15. Tampilan Hasil Perhitungan PV Elite .....	72
Gambar 4.16. Desain <i>Opening Nozzle N3</i> .....	76

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Nilai Efisiensi Sambungan.....	15
Tabel 2.2. Penentuan Ketebalan <i>Shell</i> Berdasarkan Tekanan Internal Dan Dimensi Dalam.....	18
Tabel 2.3. Penentuan Ketebalan <i>Head</i> Berdasarkan Tekanan Internal Dan Dimensi Dalam.....	18
Tabel 2.4. <i>Exposure And Gust Factor Coefficient</i> .....	29
Tabel 2.5. <i>Velocity Pressure</i> .....	30
Tabel 2.6. <i>Coefficient G</i> .....	30
Tabel 3.1. Data <i>General</i> .....	42
Tabel 3.2. Data Konstruksi .....	44
Tabel 3.3. Data Material Konstruksi .....	44
Tabel 3.4. <i>Estimated Weight</i> .....	45
Tabel 3.5. Data <i>Nozzle</i> .....	46
Tabel 4.1. MAWP <i>Flange</i> .....	52
Tabel 4.2. Luas Bidang <i>Nozzle</i> .....	62
Tabel 4.3. Data <i>Nozzle</i> .....	70
Tabel 4.4. Perbandingan Hasil Perancangan.....	73
Tabel 4.5. Perbandingan Hasil Perhitungan Bidang <i>Nozzle</i> .....	74

## 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
$\rho$	: 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* Bejana Tekan 2nd Stage Compressor Suction KOD
- Lampiran 2. ASME B3.13 untuk Material SA 537 Cl
- Lampiran 3. ASME B3.13 untuk Material SA 105
- Lampiran 4. ASME B16.5 untuk material SA 105
- Lampiran 5. ASME B16.5 untuk Material SB 564 Gr.1 UNS No 6625
- Lampiran 6. Nilai Faktor A untuk *Shell*
- Lampiran 7. Nilai B untuk *Shell*
- Lampiran 8. Nilai B untuk *Head*
- Lampiran 9. Ukuran Tebal Dinding Standar
- Lampiran 10. *Seismic Zone Map* UAE
- Lampiran 11. Gambar Hasil Perancangan *Software* PV Elite 2014
- Lampiran 12. Gambar Hasil Perancangan
- Lampiran 13. Analisa PV Elite *Element Thickness*
- Lampiran 14. Analisa PV Elite *Internal Pressure*
- Lampiran 15. Analisa PV Elite *External Pressure*
- Lampiran 16. Analisa PV Elite *Hidrostatic Pressure*
- Lampiran 17. Analisa PV Elite *Wind Load*
- Lampiran 18. Analisa PV Elite *Seismic Load*
- Lampiran 19. Analisa PV Elite MAWP *Flange*
- Lampiran 20. Analisa PV Elite Data *Nozzle*