

**PERANCANGAN DAN SIMULASI BEJANA TEKAN DENGAN KAPASITAS  
2,5 m<sup>3</sup> MTBE *SECONDARY REACTOR***



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

YENI EKA PUTRI  
41314120090

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA 2020**

## **LAPORAN TUGAS AKHIR**

### **PERANCANGAN DAN SIMULASI BEJANA TEKAN DENGAN KAPASITAS 2,5 m<sup>3</sup> MTBE *SECONDARY REACTOR***



UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**

Disusun Oleh :

Nama : Yeni Eka Putri  
Nim : 41314120090  
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH  
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)  
AGUSTUS 2020**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PERANCANGAN DAN SIMULASI TEGANGAN BEJANA  
TEKAN DENGAN KAPASITAS 2,5 m<sup>3</sup> MTBE *SECONDARY*  
*RECTOR***



Disusun Oleh:

Nama : Yeni Eka Putri

Nim : 41314120090

Program Studi : Teknik Mesin



Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada Tanggal: 4 Juli 2020

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

(Abdul Hamid, Dr. B.Eng., M.Eng)

Koordinator Tugas Akhir



(Arief Avicenna Luthfi, ST, M.Eng)

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Yeni Eka Putri  
NIM : 41314120090  
Jurusan : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul : Perancangan Dan Simulasi Bejana Tekan Dengan Kapasitas  
2,5 m<sup>3</sup> MTBE *Secondary Reactor*

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Jakarta, 15 Agustus 2020



(Yeni Eka Putri)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunianya-Nya untuk dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir berjudul " Perancangan Dan Simulasi Bejana Tekan Dengan Kapasitas 2,5 m<sup>3</sup> MTBE *Secondary Reactor*".

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, dari segi penulisan, tata bahasa, maupun pembahasannya dikarenakan oleh keterbatasan dan kemampuan yang penulis miliki, namun penulis berusaha untuk mempersembahkan Laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya agar dapat memiliki manfaat untuk banyak pihak. Oleh sebab itu, segala saran dan masukan sangat penulis harapkan sebagai bahan koreksi dan bekal penulis di masa yang akan datang. Dalam kesempatan ini penulis akan menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua, yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan penuh kasih sayang dan dengan do'a terbaik yang terus dipanjatkan untuk anak-anakmu.
2. Yang Terhormat, Bapak Prof Dr. Abdul Hamid, M. Eng. selaku dosen pembimbing yang baik dan sabar dalam membimbing dan yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga di sela-sela segala kesibukannya untuk penulis sampai sejauh ini, beliau selalu memberikan masukan yang berguna untuk penulis selama membimbing penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Nanang Ruhyat, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Alief Avicenna Lutfie, ST, M.Eng selaku Ketua Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Kepada sahabat, Muhammad Zulkarnanin, serta semua teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu namanya, penulis mengucapkan banyak terimakasih untuk kerjasama yang telah dilakukan selama ini untuk membuat laporan tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis berharap mudah-mudahan laporan ini dapat bermanfaat, khususnya kepada saya pribadi selaku penulis dan umumnya bagi semua pembaca, penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak merupakan masukan yang berharga bagi penulis untuk memperbaiki laporan di masa yang akan datang.

Jakarta, 15 Agustus 2020

(Yeni Eka Putri)



## ABSTRAK

Perancangan bejana tekan ini menggunakan metode yang disesuaikan dengan kemajuan teknologi, dimana begitu banyak aplikasi yang digunakan dalam dunia kerja salah satunya dengan *software* solidwork 2018. Dalam perancangan ini penulis menggunakan material untuk dinding bejana (*shell*) dan kepala bejana (*head*) SA516 Gr. 70. Dengan kapasitas  $2,5 \text{ m}^3$  dan memiliki tekanan desain =  $19.5 \text{ kg/cm}^2$   $G = 1913 \text{ KPa} = 1912279 \text{ N/m}^2$  yang mempunyai dimensi panjang bejana tekan (*Seamless/Seamless*)= 9310 mm, dengan diameter (D) = 600 mm dengan *Corrosion Allowance* = 3 mm. Sehingga perhitungan manual yang diperoleh tebal *shell* = 12 mm, tebal *head* = 12 mm. Tekanan kerja maksimal yang di ijinan *shell* = 3619295,159 MPa. Tekanan kerja maksimal yang diijinkan *head* = 3662553,67 MPa. Tekanan maksimum *shell* yang di ijinan adalah 5386529,14 MPa. Tekanan maksimum *head* yang di ijinan adalah 5493830,51 MPa. Tekanan tes hidrostatis =  $41,12 \text{ kgf/cm}^2$  (4,03249 MPa). Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan manual maka akan dilakukan simulasi menggunakan *software* solidworks untuk melihat aman atau tidak untuk dilakukan pabrikan.

Kata kunci: Bejana tekan, bejana tekan vertikal, *separator* produksi, solidwork 2018, ASME *section VIII*



## **ABSTRACT**

*The design of this pressure vessel uses methods tailored to technological advances, where so many applications are used in the world of work one of them with solidwork software 2018. In this design the author uses materials for shell walls and SA516 head Gr. 70. With a capacity of 2,5 m<sup>3</sup> and has a design pressure = 19.5 kg/cm<sup>2</sup> G = 1913 KPa = 1912279 N/m<sup>2</sup> which has a dimension length press ship (Seamless/Seamless)= 9310 mm, with diameter (D) = 600 mm with Corrosion Allowance = 3 mm. So manual calculation obtains shell thickness = 12 mm, head thickness = 12 mm. Maximum working pressure allowed shell = 3619295,159 MPa. Maximum allowed working pressure head = 3662553,67 MPa. The maximum allowed shell pressure is 5386529,14 MPa. The maximum allowed head pressure is 5493830,51 MPa. Hydrostatic test pressure = 41.12 kgf/cm<sup>2</sup> (4.03249 MPa). After obtaining the manual calculation results, the simulation will be done using solidworks software to see safely or not doing manufacturing.*

*Keywords: Pressure vessel, vertical pressure vessel, separator production, solidworks 2018, ASME section VII.*





## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b>	ii
<b>PENGHARGAAN</b>	iii
<b>ABSTRAK</b>	v
<b>ABSTRACT</b>	vi
<b>DAFTAR ISI</b>	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	x
<b>DAFTAR TABEL</b>	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	3
1.4 Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Metode Perancangan	5
2.2 Bejana Tekan	6
2.2.1 Klasifikasi Bejana Tekan	7
2.2.2 Bagian-bagian Bejana Tekan	8
2.2.3 Beban Yang Bekerja Pada Bejana Tekan	14
2.2.4 Tegangan Maksimum Yang Dijinkan	15
2.2.5 Efisiensi Sambungan	15

2.2.6	<i>Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)</i>	15
2.2.7	<i>Maximum Allowable Pressure (MAP)</i>	17
2.2.8	Tekanan Tes Hidrostatik ( $P_{hs}$ )	18
2.3	Teori Material	18
2.3.1	Hukum Hooke	18
2.3.2	Tegangan ( <i>Stress</i> )	20
2.3.3	Regangan ( <i>Strain</i> )	20
2.3.4	<i>safety Factor</i>	21
2.4	<i>Software Solidworks</i>	22
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1	Pendahuluan	24
3.2	Diagram Alir	24
3.2.1	Studi Literatur	26
3.2.2	Pengumpulan Data	26
3.2.3	Alat Dan Bahan	27
3.2.4	Desain	27
3.2.5	Pengujian Data	29
3.2.6	Pengolahan Data	29
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1	Data Perancangan	30
4.2	Perhitungan Manual Bejana Tekan	30
4.2.1	Perhitungan Ketebalan	30
4.2.2	Perhitungan Tekanan Maksimum Kerja Yang Diijinkan / MAWP	32

4.2.3	Perhitungan Tekanan Maksimum Yang Diiijinkan / MAP	33
4.2.4	Perhitungan Tekanan Tes Hidrostatik	34
4.2.5	Hasil Perhitungan Manual	34
4.3	Proses Simulasi Bejana Tekan Dengan <i>Software</i> Solidworks 2018	35
4.3.1	Pre Processing	35
<b>BAB V PENUTUP</b>		
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		44
<b>LAMPIRAN - A</b>		46
<b>LAMPIRAN - B</b>		47
<b>LAMPIRAN - C</b>		48
<b>LAMPIRAN - D</b>		49



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Halaman
2.1. Bejana tekan <i>horizontal</i> ( <i>Separator</i> )	7
2.2. Bejana tekan <i>vertical</i> ( <i>Scrubber</i> )	8
2.3. Pengerolan plat menjadi <i>shell</i>	9
2.4. <i>Shell</i>	9
2.5. <i>Forming</i> plat menjadi <i>head</i>	11
2.6. Jenis bentuk <i>head</i>	11
2.7. <i>Nozzle</i> dan <i>reinforcement pad</i>	13
2.8. <i>Reinforcement pad</i>	13
2.9. <i>Leg</i>	14
2.10. Kurva Tegangan – Regangan	19
2.11. Logo Solidworks	22
3.1 Diagram alir tahapan pembuatan bejana tekan	25
3.2. Hasil pencarian <i>volume</i> bejana tekan	29
4.1. Pemodelan <i>head</i> dan <i>shell</i>	36
4.2. <i>Static simulaton</i>	36
4.3. Pemilihan material	37
4.4. Tumpuan simulasi	38
4.5. Beban <i>pressure</i>	38
4.6. Beban <i>temperature</i>	39
4.7. Hasil <i>stress simulation</i>	40

## DAFTAR TABEL

No. Tabel		Halaman
1.1	Penerapan <i>standard / code</i> pada <i>boiler dan pressure vessel</i>	2
4.1	Hasil perhitungan manual	35
4.2	Material propertis	37
4.3	<i>Loads</i>	39
4.4	<i>Stress</i> simulasi	40



## DAFTAR NOTASI

$a$	Margin [ maks (0,1 . $P_o$ atau 10 psi) ]	(Pa)
$CA$	<i>Corrosion allowance</i>	(mm)
$D_i$	Diameter bejana tekan tanpa faktor korosi	(mm)
$D_{i_{corr}}$	Diameter dalam terkorosi	(mm)
$E$	Efisiensi sambungan	
$MAWP_{bejana\ tekan}$	<i>Maximum allowable working pressure bejana tekan</i>	(MPa)
$MAWP_{flange}$	<i>Maximum allowable working pressure flange</i>	(MPa)
$MAWP_{head}$	<i>Maximum allowable working pressure head</i>	(MPa)
$MAWP_{shell}$	<i>Maximum allowable working pressure shell</i>	(MPa)
$P_d$	Tekanan Desain	(MPa)
$P_o$	Tekanan Operasi	(MPa)
$P_{hs}$	Tekanan Tes Hidrostatik	(MPa)
$R_i$	Jari-jari dalam bejana tekan tanpa faktor korosi	(mm)
$R_{i_{corr}}$	Radius dalam terkorosi	(mm)
$S$	Tegangan maksimum yang diijinkan material	(Pa)
$T_d$	Temperatur Desain	(K)
$T_o$	Temperatur Operasi	(K)
$t_{corr}$	Tebal tanpa faktor korosi	(mm)
$t_{head}$	Tebal material <i>head</i>	(mm)
$t_{shell}$	Tebal material <i>shell</i>	(mm)