



**PERANCANGAN DAN ANALISIS TEGANGAN PRESSURE VESSEL
HORIZONTAL SEPARATOR DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

**DESIGN AND STRESS ANALYSIS PRESSURE VESSEL HORIZONTAL
SEPARATOR USING FINITE ELEMENT METHODS**

Aswin¹⁾, Fajar Anggara²⁾*

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta, Indonesia
email: harapanaswin@mail.com¹⁾, fajar.anggara@mercubuana.ac.id²⁾

Received:
30 Juni 2022

Accepted:
27 Oktober
2022

Published:
30 Desember
2022

© 2022 SJME
Kinematika All
Rights Reserved.

Abstrak

*Pressure vessel separator merupakan salah satu bejana tekan yang berfungsi untuk memisahkan fluida berupa air, minyak, dan gas yang memiliki densitas berbeda. Perancangan bejana tekan pada penelitian ini bertujuan untuk menghitung kekuatan dan tegangan pada material. Data perancangan menggunakan data sekunder berupa *datasheet* dan *process flow diagram* yang menunjukkan spesifikasi dan orientasi dari *pressure vessel separator*. Tekanan operasi sebesar 5 psi, tekanan desain sebesar 200 psi, temperatur operasi sebesar 90 F dan temperatur desain sebesar 212 F. Material dari *saddle*, *shell*, dan *head* yang digunakan yaitu SA 516 Gr.70, *nozzle neck* menggunakan A106 Gr. B, dan material *nozzle flange* menggunakan SA 105. Perancangan dan analisis dilakukan menggunakan perhitungan manual yang mengacu pada standar ASME section VIII yang merupakan standar untuk perhitungan bejana tekan dan analisis tegangan menggunakan *software solidworks* yang merupakan *software* untuk pemodelan gambar tiga dimensi dan analisis elemen hingga. Hasil perancangan dan analisis menggunakan perhitungan manual menggunakan standar ASME section VIII, maka diperoleh *maximum allowable working pressure* 290.934 psi. Analisis tegangan *circumferential* menggunakan *software solidworks* diperoleh 21680.2 psi dan tegangan *longitudinal* diperoleh 25430.7 psi, Sehingga hasil analisis dinyatakan aman karena tidak melewati nilai tekanan desain dan tegangan ijin yaitu 38000 psi.*

Kata Kunci: bejana tekan, *horizontal separator*, ASME section VIII, metode elemen hingga

Abstract

*Pressure vessel separator is a pressure vessel that functions to separate fluids in the form of water, oil, and gas which have different densities. The design of the pressure vessel in this study aims to calculate the strength and stress in the material. The design data uses secondary data in the form of *datasheets* and *process and instrumentation diagrams* that show the specifications and orientation of the pressure vessel separator. The operating pressure is 5 psi, the design pressure is 200 psi, the operating temperature is 90 F and the design temperature is 212 F. The material of the *saddle*, *shell*, and *head* used is SA 516 Gr.70, *nozzle neck* using A106 Gr. B, and *nozzle flange* material using SA 105. The design and analysis was carried out using manual calculations referring to*

the ASME section VIII standard which is the standard for pressure vessel calculations and stress analysis using Solidworks software which is software for three-dimensional image modeling and finite element analysis. The results of the design and analysis using manual calculations using the ASME section VIII standard, then the maximum allowable working pressure is 290.934 psi. Circumferential stress analysis using Solidworks software obtained 21680.2 psi and longitudinal stress obtained 25430.7 psi, so the analysis results are declared safe because they do not exceed the design pressure and allowable stress values of 38000 psi.

Keywords: pressure vessel, horizontal separator, ASME section VIII, finite element methods

DOI:10.20527/sjmekinematika.v7i2.219

How to cite: Aswin., Anggara, F., "Perancangan dan Analisis Tegangan Pressure Vessel Horizontal Separator Dengan Metode Elemen Hingga". *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 7(1), 83-97, 2022.

PENDAHULUAN

Pressure vessel adalah wadah yang berisi fluida padat, cair atau gas di bawah tekanan internal atau tekanan eksternal yang juga mampu menahan berbagai beban lainnya[1]. Fluida yang terdapat dalam *pressure vessel* biasanya memiliki karakteristik maupun perlakuan khusus untuk memisahkan fluida yang terdapat di dalamnya. Untuk memisahkan fluida tersebut, maka dibutuhkan *pressure vessel* yang berfungsi untuk memisahkan fluida tersebut. *Separator* merupakan salah satu bentuk pengaplikasian dari *pressure vessel* yang digunakan dalam industri minyak dan gas bumi[2]. *Separator* berfungsi untuk memisahkan fluida yang tidak dapat bercampur dengan densitas yang berbeda. Dalam klasifikasi bentuk *separator* terbagi kedalam tiga jenis berdasarkan bentuknya, yaitu *horizontal separator*, *vertical separator* dan *spherical separator*. *Vertical separator* biasanya digunakan di *offshore* karena keterbatasan area. Sementara *horizontal separator* pada umumnya digunakan pada sebuah *plant* karena area yang cukup. Dikarenakan karakteristik fluida yang berbeda pada setiap pengaplikasian *separator*. Hal ini mengakibatkan berbedanya spesifikasi *pressure vessel* tipe *separator* yang digunakan.

Penting diketahui bahwa *pressure vessel* merupakan peralatan teknik yang mengandung resiko bahaya tinggi dan dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan[3]. Oleh sebab itu, dalam membuat perancangan *pressure vessel* dibutuhkan perhitungan dan analisis untuk menjamin peralatan tersebut[4]. Dalam melakukan perhitungan dan analisis harus mengacu pada kode dan standar yang berlaku. Untuk merancang *pressure vessel* tipe *horizontal separator* dalam hal ini penulis mengacu pada standar ASME (*American Society of Mechanical Engineering*) yaitu ASME section VIII[5] yang merupakan standar yang digunakan pada perancangan dan perhitungan dengan cara manual untuk memastikan desain aman pada *pressure vessel* dan menggunakan *software solidworks* untuk analisis tegangan pada komputer. Pemilihan ketebalan material harus mampu menahan beban yang diterima oleh *vessel*, dan juga tegangan-tegangan yang timbul akibat beban yang diterima oleh *vessel*[6].

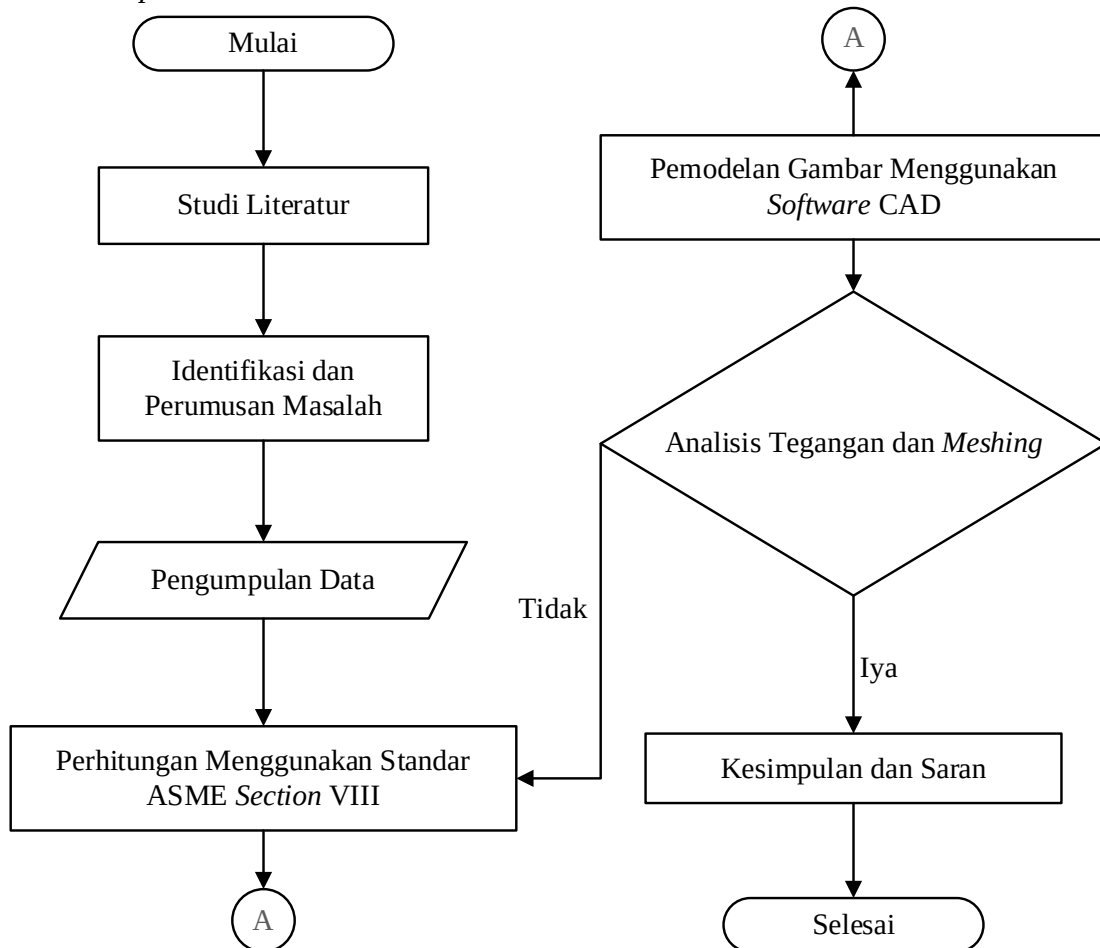
Software solidworks adalah aplikasi desain tiga dimensi (3D) yang merupakan sebuah *computer aided design* (CAD) yang dapat dipasang pada sistem komputer[7]. *Solidworks* termasuk yang dapat digunakan untuk desain dan analisis komponen yang cepat dan akurat. Analisis yang dapat dilakukan oleh perangkat lunak *solidworks* yaitu analisis elemen hingga. Simulasi analisis elemen hingga pada *solidworks* mampu memecahkan masalah rekayasa desain seperti analisis perpindahan, tegangan, frekuensi alami, getaran, tekuk, aliran panas, dan lain sebagainya[8]. Sehingga *software solidworks* dapat digunakan untuk analisis

tegangan, baik tegangan *circumferential* ataupun tegangan *longitudinal*. Hasil dari proses analisis tegangan yang dilakukan pada perangkat lunak akan menunjukkan nilai tegangan maksimum yang terjadi pada sebuah desain untuk mengetahui tegangan yang diijinkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil perancangan dan perhitungan kekuatan desain pada *pressure vessel* menggunakan standar ASME section VIII yang aman, serta mendapatkan hasil desain dan analisis tegangan *pressure vessel* menggunakan *software solidworks* yang tidak melewati *allowable stress* pada material *pressure vessel*.

METODE PENELITIAN

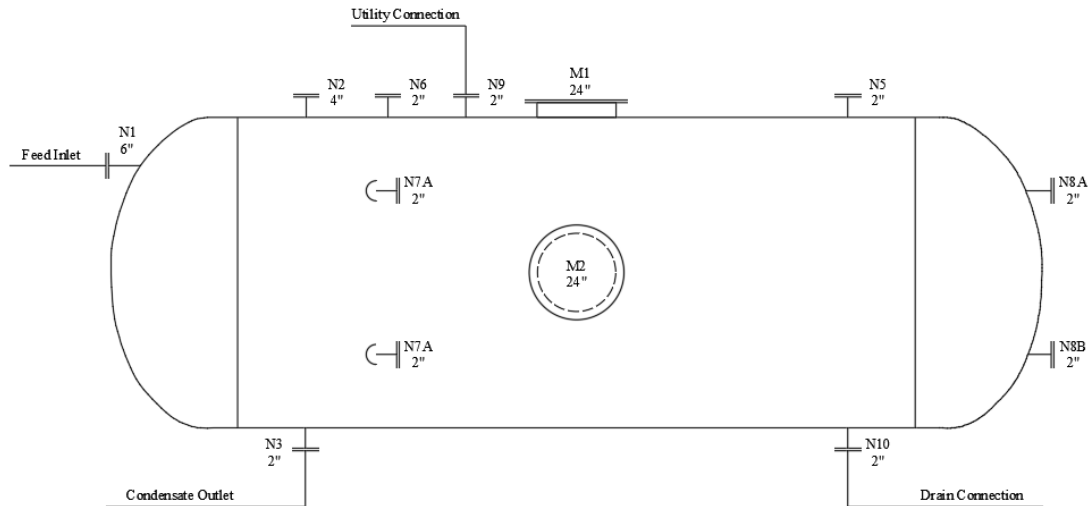
Berikut merupakan diagram alir dari perancangan dan analisis *pressure vessel* tipe *horizontal separator*.



Gambar 1. Diagram Alir

Data Perancangan

Perancangan dan analisis *pressure vessel* membutuhkan data teknis sebagai acuan. Data teknis tersebut akan digunakan sebagai parameter perhitungan dan analisis *pressure vessel*. Data teknis yang dikumpulkan berupa data *Process Flow Diagram* (PFD) yang menunjukkan orientasi komponen dari *pressure vessel*.



Gambar 2. Process Flow Diagram

Perancangan *pressure vessel* membutuhkan *datasheet* untuk melihat informasi dimensi, tekanan, temperatur, jenis material dan informasi data teknis lainnya.

Tabel 1. Data Sheet Material Komponen Utama Pressure Vessel

Material of Construction	
Deskripsi	Material
Shell	SA 516 Gr. 70
Head	SA 516 Gr. 70
Manhole/Nozzle Flanges	SA 105
Manhole/Nozzle Neck	SA 106 Gr. B
Saddle Support	SA 516 Gr. 70

Tabel 2. Data Sheet Kondisi Operasi Dari Pressure Vessel

Operating Condition	
Deskripsi	Informasi
Fluid	Hydrocarbon
Pressure Operating	5 psig
Pressure Design	200 psig
Temperature Operating	90 °F
Temperature Design	212 °F

Tabel 3. Data Sheet Desain Pressure Vessel

Design	
Deskripsi	Informasi
Code & Standard	ASME Section VIII

Design	
Deskripsi	Informasi
<i>Shell Thickness</i>	12 mm (<i>need recalculated</i>)
<i>Head Thickness</i>	12 mm (<i>need recalculated</i>)
<i>Inside Diameter</i>	54 inch
<i>TL-TL Length</i>	12 feet
<i>Corrosion Allowance</i>	3.175 mm
<i>Head Type</i>	<i>Ellipsoidal</i>
<i>Vacuum Condition</i>	<i>No Vacuum</i>

Tabel 4. Data Sheet Nozzle

Kode Nozzle	Ukuran (Inci)	Service	Jumlah	Rating	Facing	Tipe
N1	6	<i>Feed Inlet</i>	1	150#	RF	WN
N2	4	<i>Vapor Outlet</i>	1	150#	RF	WN
N3	4	<i>Condensate Outlet</i>	1	150#	RF	WN
N5	2	<i>Pressure Safety Valve</i>	1	150#	RF	WN
N6	2	<i>PI/PT Connection</i>	1	150#	RF	WN
N7A/B	2	<i>Level Transmitter</i>	2	150#	RF	WN
N8A/B	2	<i>LG Connection</i>	2	150#	RF	WN
N9	2	<i>Utility Connection</i>	1	150#	RF	WN
N10	2	<i>Drain Connection</i>	1	150#	RF	WN
M1	24	<i>Manhole 1</i>	1	150#	RF	WN
M2	24	<i>Manhole 2</i>	1	150#	RF	WN

Komponen Utama *Pressure Vessel* yang Digunakan

Setiap komponen utama dari *pressure vessel* diperlukan untuk dilakukan perhitungan dalam perancangan, khususnya untuk perhitungan pada *head*, *shell* dan *opening*, yaitu perhitungan tekanan yang diijinkan dan ketebalan dindingnya. Ketebalan dinding ditentukan dari nilai tekanan desain dan nilai tegangan pada material yang bekerja pada komponen utama *pressure vessel*. Sedangkan tekanan yang diijinkan ditentukan dari tebal dinding dan nilai tegangan material yang digunakan.

1. *Head*

Bagian penutup dari shell dinamakan head. *Head* atau kepala merupakan salah satu komponen utama penyusun suatu vessel yang letaknya dipasang pada kedua ujung *shell*[9]. Tipe *head* yang digunakan yaitu *ellipsoidal head* rasio dari sumbu utama dan sumbu kecil adalah selain dari 2:1. Untuk mengetahui bahwa desain ellipsoidal yang digunakan aman pada saat digunakan, maka dibutuhkan perhitungan tebal dinding (*wall thickness*) dan tekanan desain atau MAWP (*maximum allowable working pressure*).

$$t = \frac{PDK}{2SE-0.2P} \quad (1)$$

$$P = \frac{2SEt}{D+0.2t} \quad (2)$$

2. Shell

Shell merupakan komponen utama pada *pressure vessel*. *Shell* atau dinding pada *pressure vessel* merupakan bagian yang menyelimuti seluruh bagian badan *pressure vessel* dan berfungsi untuk menampung fluida yang ada didalamnya. Tipe *shell* yang digunakan adalah *cylindrical shell*. Untuk memastikan bahwa sebuah *shell* aman pada saat beroperasi karena menerima beban tekanan dan juga beban temperatur, maka perlu dilakukan perhitungan untuk tebal dinding atau *wall thickness* dan MAWP (*maximum allowable working pressure*).

$$t = \frac{PR}{SE-0.6P} \quad (3)$$

$$P = \frac{SEt}{R + 0.6t} \quad (4)$$

3. Opening

Opening atau *nozzel* dipasang pada *shell* atau *head* untuk beberapa tujuan. Tujuan *opening* diantaranya untuk keperluan pembersihan atau perawatan pada *pressure vessel*, untuk menguras fluida yang ada, dan bertujuan untuk keluar masuknya fluida yang ada pada *pressure vessel*. *Flange* yang terdapat pada *opening*, ditentukan dari tekanan dan temperature yang bekerja pada *pressure vessel*. *Opening* membutuhkan *reinforced* sebagai penguat. Untuk menentukan *reinforced opening*, maka diperlukan perhitungan tebal dinding. Diantarnya adalah tebal dinding *shell* pada persamaan (5) dan tebal dinding pada *nozzle* pada persamaan (6).

$$t_r = \frac{PR}{SE - 0.6P} \quad (5)$$

$$t_{rn} = \frac{PR}{SE - 0.6P} \quad (6)$$

Setelah menentukan ketebalan, luasan pada *reinforced opening* juga perlu dilakukan perhitungan, yaitu diantaranya luasan yang dibutuhkan yang ditunjukkan pada persamaan (7), luas *reinforcement* yang tersedia pada *head* atau *shell* menggunakan persamaan (8), luas yang terdapat pada *nozzle* pada persamaan (9), luas pada pengelasan pada persamaan (10), dan luas *reinforcement* yang tersedia pada persamaan (11) di bawah ini.

$$A = dt_{rn}F + 2t_n t_r F(1 - f_{r1}) \quad (7)$$

$$A_1 = d(E_1 t - F t_r) - 2t_n (E_1 t - F t_r)(1 - f_{r1}) \quad (8)$$

$$A_2 = 5(t_n - t_{rn})f_{r2}t_n \quad (9)$$

$$A_{41} = l^2 2f_{r2} \quad (10)$$

$$A_a = A_1 + A_2 + A_{41} \quad (11)$$

Jika luas dari *reinforcement* yang tersedia lebih kecil dari luas *reinforcement* yang dibutuhkan, maka dibutuhkan tambahan *reinforcement*. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung tambahan *reinforcement* yaitu menggunakan persamaan (12) untuk menghitung nilai kelebihan *nozzle* dengan penambahan *reinforcement*, persamaan (13)

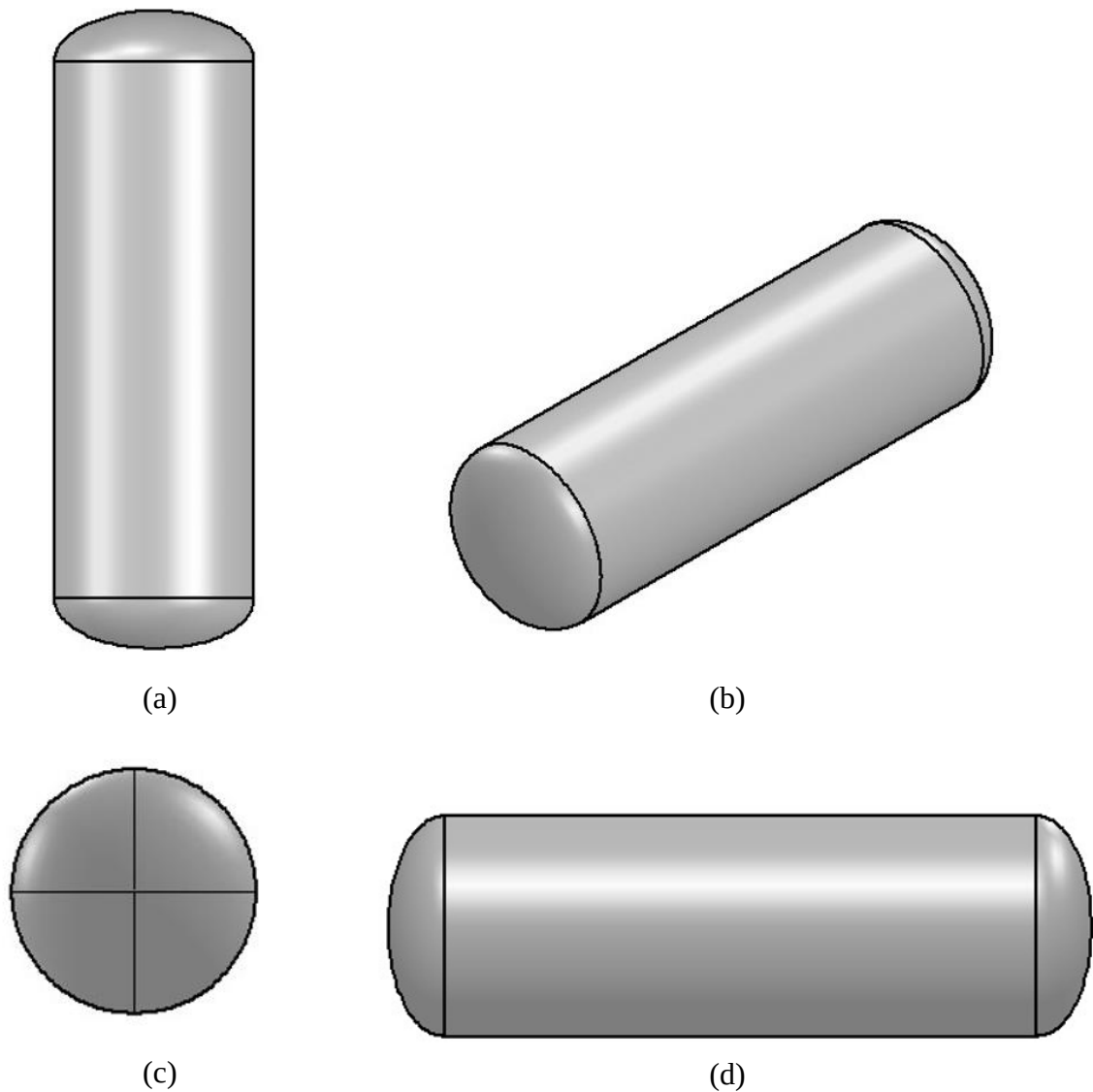
Tabel 5. Pemilihan *Saddle*

SADDLE											
Nom. Diam. of Vessel ft.-in.	Dimension						No. of Rib s	Plate Thickness in.			Maximum Weight On Vessel lb.
	A ft.-in.	B ft.-in.	C in.	D in.	E ft.-in.	Bolt Diam. In.		Base G	Web Flg, Ribs H	Wear K	
1-0	0-10.5	1-0	4	4	0-3.5	1/2	0	1/4	1/4	-	42000
1-2	1-0.5	1-1	4	4	0-4	1/2	0	1/4	1/4	-	50000
1-4	1-2	1-2	4	4	0-5	1/2	0	1/4	1/4	-	56000
1-6	1-3.5	1-3	4	4	0-6	1/2	0	1/4	1/4	-	62000
1-8	1-5.5	1-4	4	4	0-6.5	1/2	0	1/4	1/4	-	70000
1-10	1-7	1-5	4	6	0-7	1/2	0	1/4	1/4	-	76000
2-0	1-9	1-6	4	6	0-7.5	1/2	0	1/4	1/4	-	84000
2-2	1-10.5	1-7	4	6	0-8	1/2	0	1/4	1/4	1/4	90000
2-4	2-0.5	1-8	4	6	0-8.5	1/2	0	1/2	1/4	1/4	98000
2-6	2-2	1-9	4	6	0-9	1/2	0	1/2	1/4	1/4	104000
2-8	2-4	1-10	4	6	0-9.5	1/2	0	1/2	1/4	1/4	112000
2-10	2-5	1-11	6	11	0-10	1/2	0	1/2	1/4	1/4	128000
3-0	2-6.5	2-0	6	11	0-11	1/2	0	1/2	1/4	1/4	134000
3-2	2-9	2-1	6	11	1-0	3/4	0	1/2	1/4	1/4	144000
3-4	2-11	2-2	6	11	1-1	3/4	0	1/2	3/8	3/8	210000
3-6	3-0.5	2-3	6	11	1-2	3/4	0	1/2	3/8	3/8	220000
4-0	3-6	2-6	6	11	1-4	3/4	0	3/4	3/8	3/8	252000
4-6	3-11	3-0	6	11	1-6	3/4	0	3/4	3/8	3/8	282000
5-0	4-4	3-3	6	11	1-8	3/4	1	3/4	3/8	3/8	312000
5-6	4-9.5	3-6	6	11	1-10	3/4	1	3/4	3/8	3/8	344000
6-0	5-2.5	3-9	9	18	2-0	3/4	1	3/4	3/8	3/8	402000
6-6	5-8	4-0	9	18	2-2	3/4	1	3/4	1/2	3/8	436000
7-0	6-1	4-3	9	18	2-4	1	1	3/4	1/2	3/8	470000
7-6	6-6	4-6	9	18	2-6	1	1	3/4	1/2	3/8	502000
8-0	6-11.5	4-9	9	18	2-8	1	1	1	1/2	3/8	536000
8-6	7-4.5	5-0	9	18	2-10	1	2	1	1/2	1/2	760000
9-0	7-9.5	5-3	9	18	3-0	1	2	1	1/2	1/2	806000
9-6	8-3.5	5-6	9	24	3-2	1 ¼	2	1	3/4	1/2	852000
10-0	8-8	5-9	9	24	3-4	1 ¼	2	1	3/4	1/2	896000
10-6	9-1.5	6-0	9	24	3-6	1 ¼	2	1	3/4	1/2	940000
11-0	9.6.5	6-3	9	24	3-8	1 ¼	2	1	3/4	1/2	986000
11-6	10-0	6-6	9	24	3-10	1 ¼	3	1	3/4	1/2	1030000
12-0	10-5	6-9	9	24	4-0	1 ¼	3	1	3/4	1/2	1076000

Pemodelan Gambar Menggunakan *Solidworks*

Pemodelan gambar dimulai dari membuat sketsa dua dimensi (2D) pada *software solidworks* dengan memasukkan data dimensi dari setiap komponen *pressure vessel*. Setelah membuat sketsa dua dimensi dengan memasukkan data inputan dimensi dari dari komponen

pressure vessel, maka selanjutnya adalah mengubah hasil sketsa dua dimensi menjadi gambar tiga dimensi (3D) dengan cara *extrude* atau *revolve* untuk kemudian dijadikan sebagai model yang akan dianalisis untuk melihat nilai tegangan yang terjadi.



Gambar 4. Pemodelan Gambar pada *Solidworks* (a) Tampak Atas, (b) Iometrik, (c) Tampak Depan, (d) Tampak Samping

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan dan Analisis Menggunakan ASME *Section VIII*

1. *Shell*

Material *shell* merupakan baja karbon SA 516 Gr.70. Perhitungan ketebalan pada *shell* yang dibutuhkan berdasarkan tekanan dalam.

$$t = \frac{PR}{SE - 0.6P}$$

$$t = \frac{(200 \times 27)}{(20000 \times 1.0 - 0.6 \times 200)}$$

$$t = 0.271 \text{ in}$$

Karena dalam kasus analisis ini mempertimbangkan faktor korosi sebesar 0.125 in, maka ketebalan shell (t) = $0.271 + 0.125 = 0.396$ in. Sedangkan untuk hasil perhitungan nilai MAWP (*maksimum allowable working pressure*) pada *shell* sebagai berikut.

$$P = \frac{SEt}{R + 0.6t}$$

$$P = \frac{(20000 \times 1.0 \times 10.064)}{(685.8 + 0.6 \times 10.064)}$$

$$P = 290.934 \text{ psig}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka didapatkan hasil untuk ketebalan yang dibutuhkan pada *shell* sebesar 0.396 in dan *maksimum allowable working pressure* sebesar 290.934 psig. Untuk ketebalan pada *shell* dibuat menjadi 0.473 in (12 mm).

2. Head

Analisis pada *Head* dilakukan berdasarkan tekanan dalam dengan material *head* menggunakan SA 516 Gr.70 dengan perhitungan untuk ketebalan *head* yang dibutuhkan berdasarkan tekanan dalam sebagai berikut.

$$t = \frac{PD}{2SE - 0.2P}$$

$$t = \frac{(200 \times 54)}{(2 \times 20000 \times 1.0 - 0.2 \times 200)}$$

$$t = 0.270 \text{ in}$$

Dengan mempertimbangkan nilai *corrosion allowance* sebesar 0.125 in, maka ketebalan shell (t) = $0.270 + 0.125 = 0.395$ in. Sedangkan untuk hasil perhitungan nilai MAWP (*maksimum allowable working pressure*) sebagai berikut.

$$P = \frac{2SEt}{D + 0.2t}$$

$$P = \frac{(2 \times 20000 \times 1.0 \times 10.037)}{(1371.6 + 0.2 \times 10.037)}$$

$$P = 292.302 \text{ psig}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka didapatkan hasil untuk ketebalan yang dibutuhkan pada *head* sebesar 0.395 mm dan *maksimum allowable working pressure* sebesar 292.302 psig. Untuk ketebalan pada *head* disamakan dengan tebal *shell* untuk mempermudah proses manufaktur, yaitu 0.473 in (12 mm).

3. Opening

Terdapat sebelas *opening* pada desain *pressure vessel* tipe *horizontal separator* ini yang perlu dilakukan analisis atau perhitungan untuk memastikan *opening* yang dibuat sesuai dengan standar dan spesifikasi serta aman ketika *pressure vessel* sedang beroperasi. Material pada *flange nozzle* menggunakan SA 105 dan Material pada *nozzle neck* menggunakan SA 106 Gr. B. Analisis setiap *opening* akan dilakukan berdasarkan kode *nozzle*.

Tabel 6. Hasil Analisis *Nozzle*

<i>Nozzle</i>	t_r (in)	t_{rn} (in)	A (in ²)	A_1 (in ²)	A_2 (in ²)	A_{41} (in ²)	A_a (in ²)	A_{2r} (in ²)	A_{41r} (in ²)	A_{42} (in ²)	D_p (in)	A_5 (in ²)	A_r (in ²)
N1	0.270	0.032	1.713	1.06	0.3472	0.0784	1.486	0.208	0.1225	0.060	7.8	0.313	1.835
N2	0.271	0.021	1.128	0.691	0.532	0.113	1.336	-	-	-	-	-	-
N3	0.271	0.021	1.128	0.691	0.532	0.113	1.336	-	-	-	-	-	-
N4	0.271	0.021	1.128	0.691	0.532	0.113	1.336	-	-	-	-	-	-
N5	0.271	0.010	0.550	0.337	0.574	0.118	1.029	-	-	-	-	-	-
N6	0.271	0.010	0.550	0.337	0.574	0.118	1.029	-	-	-	-	-	-
N7A/B	0.271	0.010	0.550	0.337	0.574	0.118	1.029	-	-	-	-	-	-
N8A/B	0.270	0.010	0.548	0.339	0.547	0.118	1.031	-	-	-	-	-	-
N9	0.270	0.010	0.548	0.339	0.547	0.118	1.031	-	-	-	-	-	-
N10	0.271	0.010	0.550	0.337	0.574	0.118	1.029	-	-	-	-	-	-
M1	6.883	2.997	6.351	3.890	1.247	0.316	5.453	0.474	0.155	0.076	25.436	2.142	6.737
M2	6.883	2.997	6.351	3.890	1.247	0.316	5.453	0.474	0.155	0.076	25.436	2.142	6.737

4. *Saddle*

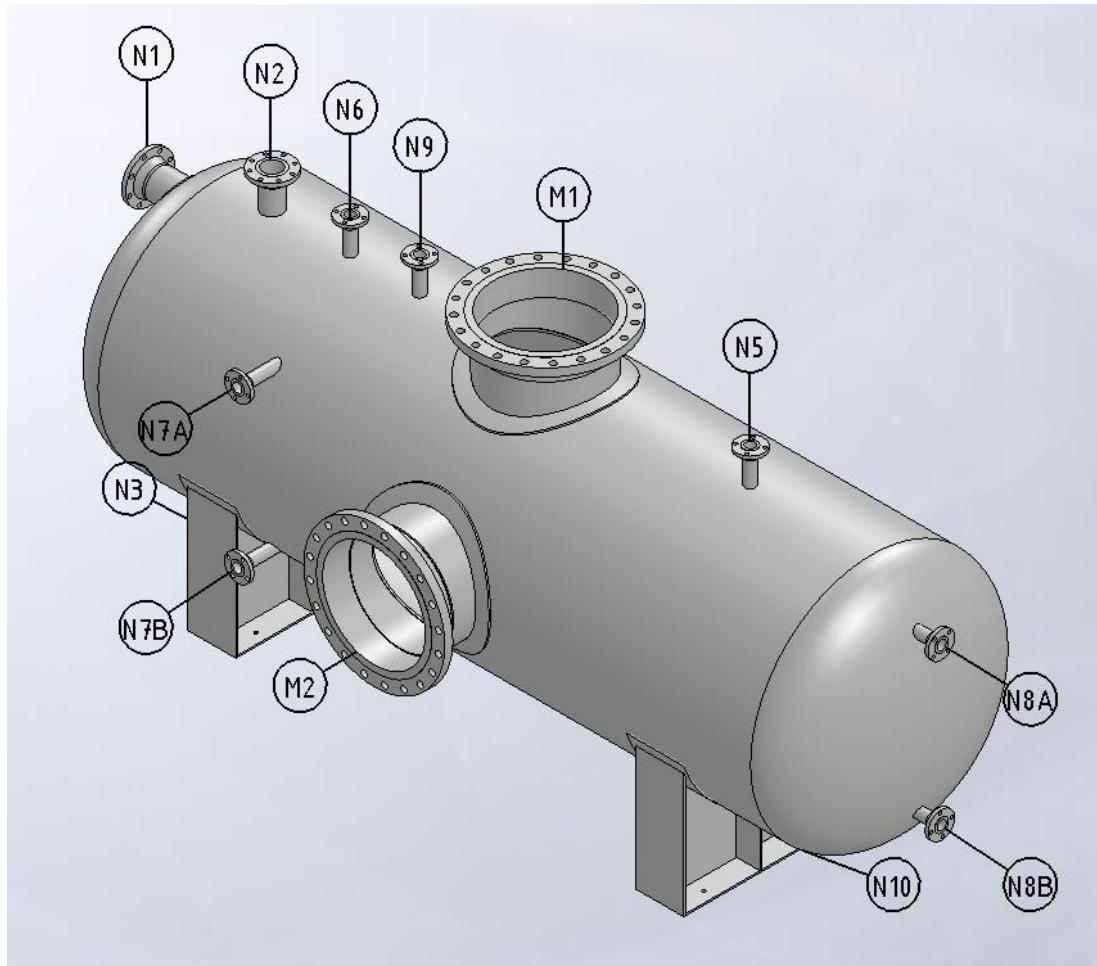
Dari data pemilihan *saddle* pada Table 4.3. maka didapatkan hasil dimensi sesuai dengan ukuran *pressure vessel* yang telah disesuaikan dengan ukuran yang digunakan pada analisis ini. Adapun dimensi final yang digunakan sebagai berikut.

Tabel 3. *Saddle* yang Digunakan

SADDLE											
Nom. Diam. of Vessel ft.-in.	Dimension						No. of Ribs	Plate Thickness in.			Maximum Weight On Vessel lb.
	A ft.- in.	B ft.- in.	C in.	D in.	E ft.- in.	Bolt Diam. In.		Base G	Web Flg, Ribs H	Wear K	
4-6	3-11	3-0	6	11	1-6	3/4	4	3/4	3/8	3/8	282000

Hasil Pemodelan Gambar

Setelah melakukan analisis pada *pressure vessel*, maka selanjutnya adalah menggabungkan setiap komponen yang telah dimodelkan menjadi satu komponen *pressure vessel*. Pemodelan dilakukan menggunakan *software solidworks*. Hasil penggabungan setiap komponen pada *pressure vessel* ditunjukkan pada gambar 7 di bawah ini.



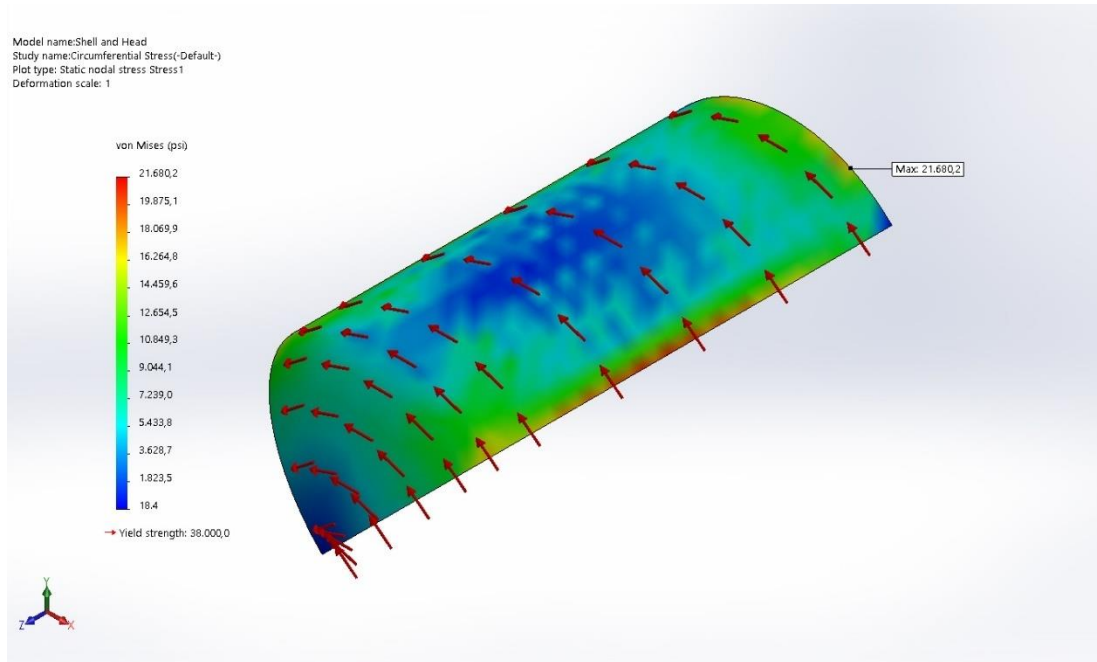
Gambar 5. Modeling Pressure Vessel

Hasil Analisis Tegangan Menggunakan Software Solidworks

Dengan menggunakan bantuan dari *software solidworks static simulation*, *pressure vessel* dapat dilakukan analisis. Adapun analisis yang dilakukan adalah analisis tegangan *circumferential*, analisis tegangan *longitudinal*, dan *meshing*. Analisis tegangan *circumferential* dan *longitudinal* pada *software solidworks* menggunakan kriteria simulasi *von mises stress*.

1. Analisis Tegangan *Circumferential*

Analisis tegangan *circumferential* menggunakan *software solidworks*. Bagian dalam dari *pressure vessel* di berikan tekanan sebesar 200 psi dengan simulasi yang dimasukkan pada *static simulation* adalah tegangan melingkar. Adapun hasil dari simulasi tegangan *circumferential* ditunjukkan pada gambar 6. di bawah ini.

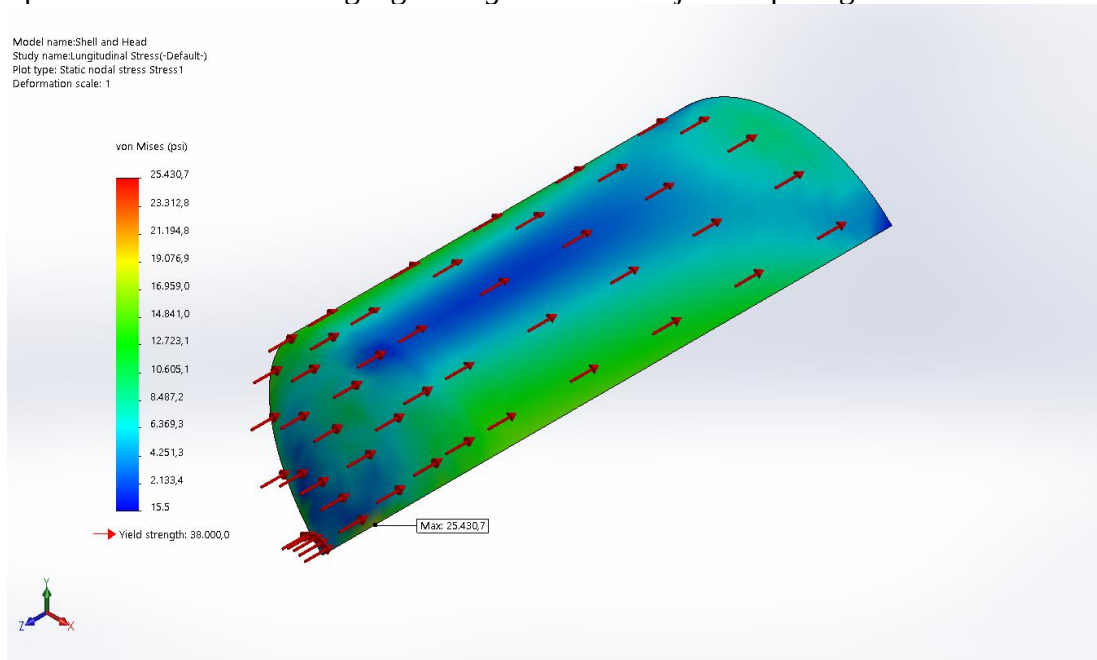


Gambar 6. Analisis Tegangan *Circumferential*

Hasil analisis tegangan *circumferential* menunjukkan bahwa tegangan tertinggi pada dinding *pressure vessel* adalah 21680.2 psi pada node 2104 sesuai dengan titik yang ditunjukkan pada gambar di atas. Dengan demikian maksimum tegangan yang terjadi lebih kecil dari pada tegangan ijin material yang digunakan yaitu 38000 psi, maka *pressure vessel* sudah aman.

2. Analisis Tegangan *Longitudinal*

Analisis tegangan *longitudinal* atau tegangan *axial* dilakukan dengan memberikan tekanan 200 psi pada bagian dalam dari *pressure vessel*, dengan simulasi yang digunakan pada *static simulation* adalah tegangan *longitudinal* atau searah dengan aksial *vessel*. Adapun hasil dari simulasi tegangan *longitudinal* ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

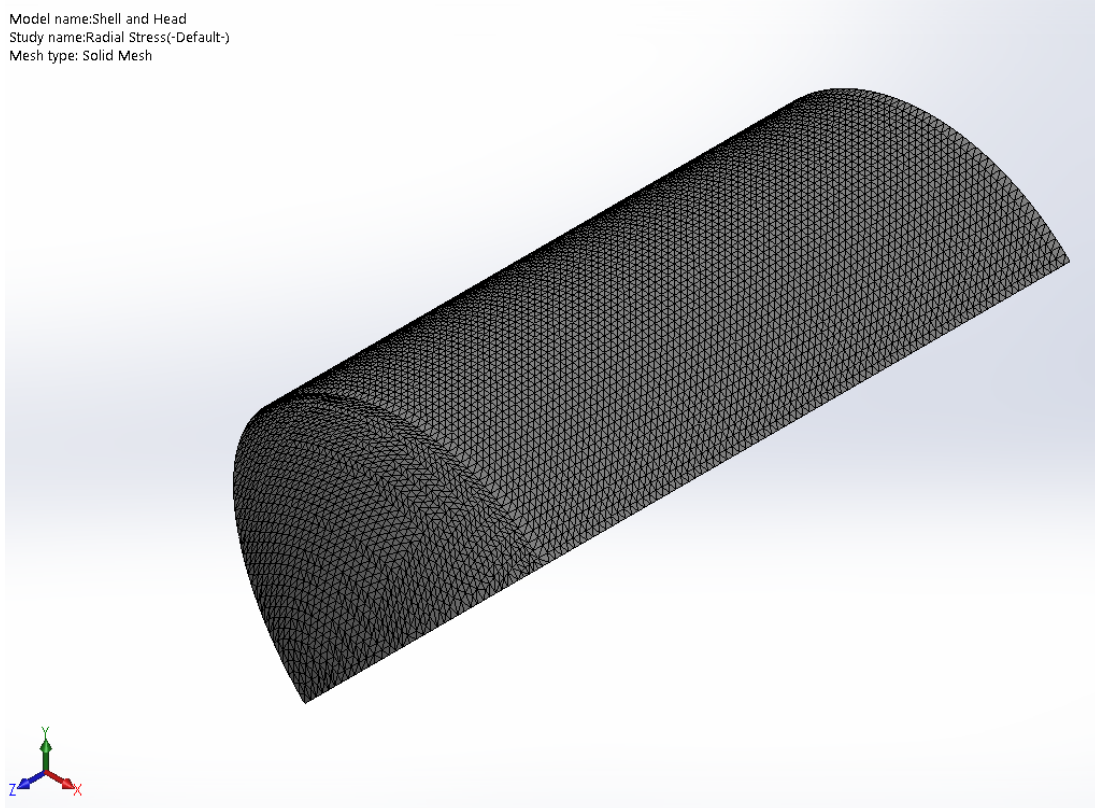


Gambar 7. Analisis Tegangan *Longitudinal*

Hasil analisis tegangan *longitudinal* menunjukkan bahwa tegangan tertinggi pada dinding *pressure vessel* adalah 25430.7 psi pada node 1117 sesuai dengan titik yang ditunjukkan pada gambar di atas. Dengan demikian maksimum tegangan yang terjadi lebih kecil dari pada tegangan ijin material yang digunakan pada analisis ini yaitu 38000 psi, maka *pressure vessel* dinyatakan aman.

3. Meshing

Bidang pada *shell* dan *head* yang terkena oleh beban tekanan terbagi-bagi pada elemen-elemen kecil. Elemen-elemen ini kedian berperan sebagai kontrol pada permukaan atau volume di dalam proses analisis. Kemudian setiap elemen akan menjadi masukan pada elemen disekitarnya. Jenis *mesh* yang digunakan pada analisis ini adalah *solid mesh*. Adapun hasil *meshing* pada analisis ini ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Meshing

KESIMPULAN

Thickness yang digunakan pada *shell* dan *head* adalah 12 mm. *Nozzle* dengan ukuran 2 inci menggunakan *rating* 150, dengan *nozzle neck* menggunakan pipa *schedule* 160, dan tidak membutuhkan *reinforcement* tambahan. *Nozzle* dengan ukuran 4 inci menggunakan *rating* 150, dengan *nozzle neck* menggunakan pipa *schedule* 80, dan tidak membutuhkan *reinforcement* tambahan. Untuk *nozzle* dengan ukuran 6 inci menggunakan *rating* 150, dengan *nozzle neck* menggunakan *schedule* 40, dan membutuhkan *reinforcement* tambahan. *Nozzle* dengan ukuran 24 inci menggunakan *rating* 150, dengan *nozzle neck* menggunakan pipa *schedule* 30 dan membutuhkan *reinforcement* tambahan. *Maximum allowable working pressure* (MAWP) pada *pressure vessel* adalah 290.934 psi yang berada pada posisi *shell* dan pada *head* dari *pressure vessel* didapatkan hasil 292.302 psi, sehingga nilai MAWP yang dipilih adalah nilai yang terkecil yaitu 290.934 psi. Hasil analisis tegangan *circumferential* menggunakan *software solidworks* didapatkan hasil 21680.2 psi dan analisis tegangan

longitudinal didapatkan hasil 25430.7 psi. Tegangan ijin material adalah 38000 psi, sehingga tegangan yang terjadi pada *pressure vessel* masih dalam kondisi yang aman.

REFERENSI

- [1] Eugene F. Megyesy, *Pressure Vessel Handbook*. Tulsa: Pressure Vessel Publishing, Inc., 2008.
- [2] M. Rodiawati, A. Risano, and A. Udi, “Perancangan Bejana Tekan (Pressure Vessel) Untuk Pengolahan Limbah Kelapa Sawit Dengan Variabel Kapasitas Produksi 10.000 Ton/Bulan,” *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin FEMA*, vol. 1, no. 4, pp. 36–41, 2013.
- [3] S. K. Raparla, “Design and Analysis of Multilayer High Pressure Vessels,” *International Jurnal of Engineering Research and Application.*, vol. 2, no. 1, p. 355–361, 2012.
- [4] A. B. Setiawan, “Perancangan dan Analisa Tegangan Separator Produksi Menggunakan Software PV Elite dan Solidworks,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 7, no. 2, p. 97-103, 2018.
- [5] ASME Boiler and Pressure Vessel Committee, *ASME Boiler & Pressure Vessel Code Section VIII Division 1*. New York: The American Society of Mechanical Engineers, 2017.
- [6] Djoeli Satrijo dan Syarief Afif Habsya, “Perancangan dan Analisa Tegangan Pada Bejana Tekan Horizontal Dengan Metode Elemen Hingga,” vol. 14, pp. 32–40, 2012.
- [7] T. Almattar, *Learn SolidWorks 2020: a hands-on guide to becoming an accomplished Solid Works associate and professional*. Mumbai: Pack Publishing Ltd., 2020.
- [8] P. M. Kurowski, *Engineering Analysis with SolidWorks Simulation 2018*. New York: Design Generator, Inc., 2018.
- [9] F. Ridha, “Analisa Stiffener Ring dan Konstruksi Vessel HP Flare KO Drum Pada Proyek Pupuk Kaltik-5 Menggunakan Software Compress 6258,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 04, p. 3–7, 2015.