

# PERANCANGAN LP PRODUCTION SEPARATOR PADA PROJECT OIL PLANT SEMBERAH SANGATTA FIELD

Ilham Habibulloh<sup>1\*</sup>, Moh. Miftachul Munir<sup>2</sup>, Dianita Wardani<sup>3</sup>

Program studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia <sup>1\*</sup>

Program studi D-IV Teknik Pengelasan, Jurusan Teknik Bangun Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia <sup>2</sup>

Program studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia <sup>3</sup>

Email: [ilham.habibulloh@student.ppns.ac.id](mailto:ilham.habibulloh@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; [m.munir@ppns.ac.id](mailto:m.munir@ppns.ac.id)<sup>2</sup>; [dianitawardani@ppns.ac.id](mailto:dianitawardani@ppns.ac.id)<sup>3</sup>;

**Abstract** - The Semberah Oil Plant Project is a new facility built to replace the leased facility, which is designed with a capacity of 6000 BLPD & 1.6 MMSCFD. At the main facility there is an LP Production Separator which functions for a 2-phase separation process that aims to separate gas and liquid from the high pressure manifold. The vessel design is in accordance with ASME Sec VIII Div 1 with the thickness of the shell and ellipsoidal head of 0.5 inch. As for the maximum pressure on the shell and head obtained 200 psi. Analysis of the stress using Ansys software obtained the lowest error in meshing 2 with a von-mises stress value of 10541 psi with a 1% error percentage and the saddle stress is still within safe limits with a stress value of 18054 psi.

**Keyword:** LP Production Separator, Design, CAESAR II, Nozzle Load

## Nomenclature

<i>t</i>	thickness
<i>P</i>	internal design pressure
<i>R</i>	inside radius of shell
<i>S</i>	maximum allowable stress
<i>E</i>	joint efficiency
<i>Di</i>	inside diameter
<i>Pa</i>	maximum allowable pressure
<i>A</i>	factor A
<i>B</i>	factor B
<i>L</i>	length
<i>Do</i>	outside diameter
<i>Dm</i>	diameter rata-rata

## 1. PENDAHULUAN

Proyek Oil Plant Semberah adalah fasilitas baru yang dibangun menggantikan fasilitas sewa, yang dirancang dengan kapasitas 6000 BLPD & 1.6 MMSCFD. Pada fasilitas utama terdapat LP Production Separator yang berfungsi untuk proses separasi 2 fase yang bertujuan untuk memisahkan gas dan liquid dari high pressure manifold.

Vessel yang digunakan termasuk dalam horizontal separator vessel karena dapat memisahkan kandungan gas dengan kuantitas yang relatif lebih sedikit dibandingkan dengan kuantitas air dan minyak didalamnya (Stewart, 2008). Separator ini sendiri merupakan bejana tekan yang dirancang sesuai dengan standar ASME Sec VIII Div 1 sehingga mampu menahan tekanan internal maupun eksternal pada vessel, ataupun aplikasi panas yang bersumber langsung

ataupun tidak langsung, atau bahkan kombinasi antara keduanya [3].

LP Production Separator didesain dengan design pressure 200 psig, design temperature 212 °F, dan capacity 1.6 MMSCFDdesain dengan design pressure 200 psig, design temperature 212 °F, dan capacity 1.6 MMSCFD.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Data Teknis

Untuk dapat melakukan perhitungan pada LP Production Separator yang merupakan horizontal vessel, dibutuhkan beberapa data berikut diperlukan sebagai pendukung objek perancangan yang akan dilakukan:

Tabel 1. Material Vessel

Komponen	Material
Shell & Head	SA 516 Gr.70
Support	SA 516 Gr.70
Base Plate	SA 36
Nozzle Flange	SA 105
Nozzle Pipe	SA 106 Gr.B
Lifting Lug	SA 516 Gr.70

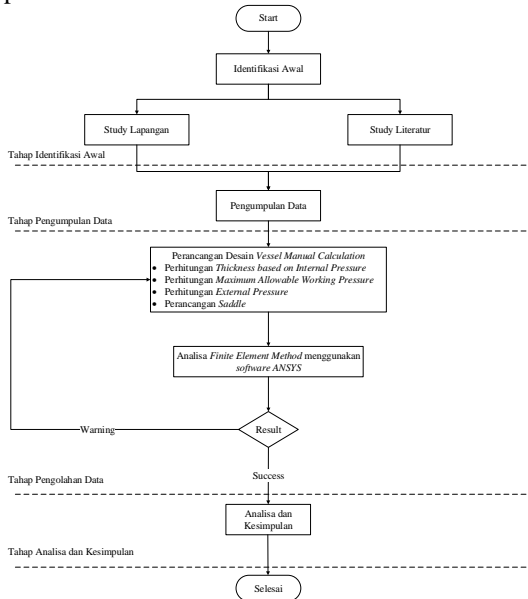
Tabel 2. Design Data

DESIGN DATA		
Design Code	ASME VIII Div.1	
Number of Unit	1 (One)	
Design Pressure	200	psig
Design Temperature	212	°F
Operating Pressure	5	psig
Operating Temperature	90	°F
Capacity	1,6	MMSCFD

Allow Stress Shell (Sshell)	20000	psi
Allow Stress Head (Shead)	20000	psi
Joint Efficiency	100%	
Corrosion Allow	0,125	inch
Inside Diameter	61,024	inch
Length	182,992	inch

## 2.2 Metode Penelitian

Dalam perancangan *LP Production Separator* terdapat beberapa tahapan dalam penelitian yang akan dilakukan Tahapan tersebut disusun dalam diagram alir yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

## 2.3 Perhitungan Ketebalan

Penentuan tebal minimal dan *maximum allowable working pressure* untuk bejana tekan sesuai dengan standar *ASME Sec VIII Div 1 part UG – 27 (c)* untuk *shell* dapat dilihat pada Persamaan 1 dan Persamaan 2 berikut:

$$t = \frac{PR}{SE-0,6} \quad (1)$$

$$P = \frac{SET}{R+0,6t} \quad (2)$$

Serta untuk *head part UG – 32 (c)* dapat dilihat pada Persamaan 2 dan Persamaan 4 seperti berikut:

$$t = \frac{PD}{2SE - 0,2P} \quad (3)$$

$$P = \frac{2SET}{D+0,2t} \quad (4)$$

## 2.4 Perhitungan MAEP

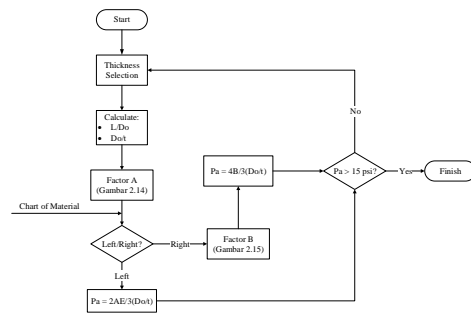
Pengecekan *maximum allowable working pressure (MAWP)* berdasarkan *external pressure* menunjukkan seberapa kuat *vessel* tersebut mampu menahan tekanan dari luar pada kondisi vakum setelah pemilihan tebal. Apabila hasil

MAWP lebih dari 15 psig artinya dengan ketebalan yang sudah dipilih, *vessel* tersebut tidak akan *buckling* ketika dalam kondisi vakum.

Formula untuk menghitung *MAWP* pada *shell* jika ( $D_o/t > 10$ ) dapat dilihat pada Persamaan 5 dan Persamaan 6 dengan langkah-langkah perhitungan *MAWP* seperti Gambar 2.

$$Pa = \frac{4B}{3\left(\frac{D_o}{t}\right)} \quad (5)$$

$$Pa = \frac{2AE}{3\left(\frac{D_o}{t}\right)} \quad (6)$$



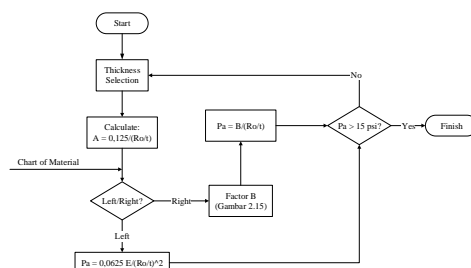
Gambar 2 Diagram Alir Cylindrical Shell MAWP External Pressure

Formula untuk menghitung *MAWP* pada head dapat dilihat pada Persamaan 7, Persamaan 8 dan Persamaan 9 dengan langkah-langkah perhitungan *MAWP* seperti Gambar 3.

$$Pa = \frac{B}{Ro/t} \quad (7)$$

$$Pa = \frac{0,0625E}{(Ro/t)^2} \quad (8)$$

$$A = \frac{0,125}{Ro/t} \quad (9)$$



Gambar 3 Diagram Alir Ellipsoidal Head MAWP External Pressure

## 2.4 Perhitungan Support Vessel (Saddle)

Berdasarkan *appendix G-6 ASME Section VIII Divisi 1*, *horizontal vessel* harus ditumpu menggunakan *saddle support*. *Saddle* merupakan komponen yang berfungsi untuk menahan bejana tekan agar tetap pada posisinya dan mampu menahan beban berat bejana tekan ataupun beban *external* seperti beban angin dan beban gempa. Berikut ini langkah-langkah dalam mendesain *saddle* [8]. Data desain *saddle* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Desain Saddle

Data Saddle	Value
Material Saddle	SA 516 Gr.70
Min Yield Strength	38000 psi
Min Tensile Strength	70000 psi
Max Allow Stress	20000 psi
Distance Tg to Cl Saddle	23,662 in
Saddle Width	12,598 in
Centerline Distance	70,699 in
Saddle Contact Angle	124 deg
Nsaddle	2
Wear Plate Material	SA 516 Gr.70
Wear Plate Width	15,748 in
Wear Plate Thickness	0,5 in
Wear Plate Contact Angle	134 deg
Depth of Head	15,256 in
Inside Radius	30,512 in
Thickness of Shell	0,500 in
Thickness of Head	0,500 in

### 2.5 Finite Element Method dengan ANSYS

FEM adalah suatu metode yang secara keseluruhan didasari atas pendekatan dengan menggunakan analisa numerik. Dalam metoda ini, struktur yang akan dianalisa, didiskritisasi menjadi elemen-elemen yang kecil (elemen hingga) yang satu sama lainnya dihubungkan dengan titik nodal (titik diskrit). Elemen hingga tersebut yang pada umumnya berbentuk sederhana dibandingkan struktur sebenarnya dan mempunyai ukuran yang berhingga, harus mewakili sifat-sifat dari struktur sebenarnya. Melakukan analisis metode elemen hingga dengan software Ansys terdiri atas beberapa tahap.

1. Preprocessing
2. Analisis
3. Post processing

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Perhitungan Thickness dan MAWP

Dari hasil perhitungan thickness dan MAWP pada shell dan head pada LP Production Separator maka diperoleh hasil yang ditunjukkan pada Tabel 4

Tabel 4. Hasil Perhitungan Thickness dan MAWP

Perhitungan		Value
<b>Ellipsoidal 2:1 Head</b>		
Minimum Thickness Calc	tc	0,305 in
Thickness Used	tused	0,5 in
MAWP New	Pnew	327,206 psi
MAWP Corroded	Pcor	200 psi
<b>Cylindrical Shell</b>		
Minimum Thickness Calc	tc	0,307 in
Thickness Used	tused	0,5 psi
MAWP New	Pnew	324,551 psi
MAWP Corroded	Pcor	200 psi

### 3.2 Hasil Perhitungan Thickness Vessel Berdasarkan External Pressure

Perhitungan *thickness vessel* berdasarkan *external pressure* merupakan perhitungan untuk menunjukkan seberapa kuat *vessel* tersebut mampu menahan tekanan dari luar pada kondisi vakum. Dimana apabila MAWP vessel lebih dari 15 psig maka *vessel* tidak perlu menambah ketebalan *vessel* ataupun penambahan *stiffener ring*.

#### a. Perhitungan *thickness shell*

Bedasarkan hasil perhitungan yang sesuai langkah pengolahan data didapatkan *thickness shell vessel* yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Thickness Shell

Perhitungan	Value
Thickness Shell (tused)	0,5 in
Panjang Shell (L)	193,1627 in
Outside Diameter Shell (Do)	62,024 in
L/Do	3,114
Do/t	124,047
Faktor A	0,000225
Faktor B	3250
<b>Pa</b>	<b>34,933 psi</b>

#### b. Perhitungan *thickness head*

Bedasarkan hasil perhitungan yang sesuai langkah pengolahan data didapatkan *thickness head vessel* yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Perhitungan Thickness Head

Perhitungan	Value
Thickness Shell (tused)	0,5 in
Outside Diameter Shell (Do)	62,024 in
Ro	55,821 in
Ro/t	111,642
Faktor A	0,00112
Faktor B	12000
<b>Pa</b>	<b>107,486 psi</b>

### 3.3 Hasil Perancangan Support Vessel

Dari hasil perhitungan *support vessel*, didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perancangan Support Vessel

Perhitungan	Value	Unit
Weight Shell	4730,427	lb
Weight Head	1400,42	lb
Weight Fluid	20445,99	lb
Weight of Attachment	2743,22	lb
Total Weight	31079,26	lb
Load on One Saddle	15539,63	lb
K11	3281,97	lb
Max Effective Area	5,17	in <sup>2</sup>
Strength of Wear Plate	634,978	psi
Allowable Stress	25333,3	psi

*The thickness of the wear plate is satisfactory for*

**horizontal force**

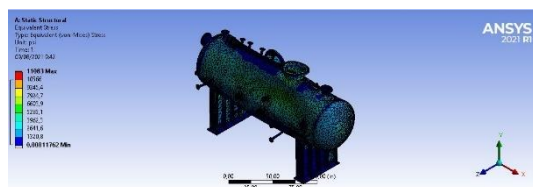
Minimum Req Thickness Wear P	0,01253	in
------------------------------	---------	----

**3.4 Analisa FEM LP Production Separator Menggunakan Software ANSYS**

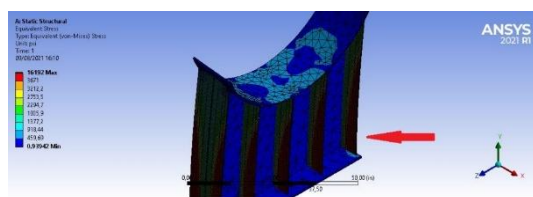
Pada penelitian ini dilakukan *trial error* untuk mengetahui ukuran *mesh* yang cocok. Percobaan dilakukan sampai mendapatkan nilai *error* yang kecil. Hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Grid Independence

Meshing (in)	Max. Von-Mises Stress (psi)	Error
5	11083	4%
4	10480	2%
3	9440,4	11%
2	10541	1%
1	9666,4	9%



Gambar 4. Hasil Simulasi Menggunakan Software Ansys



Gambar 5. Letak Lokasi Stress

Berdasarkan data diatas dapat diketahui bahwa nilai meshing dengan error terendah terdapat pada meshing 2 dengan nilai max. von-messes stress 10541 psi dengan presesntase 1%.

**4. KESIMPULAN**

- Perhitungan manual pada LP Production Separator dengan tekanan 200 psig dan temperatur 212°F berdasarkan ASME Section VIII Divisi 1 dengan menggunakan material SA-516 Gr.70 didapatkan hasil thickness pada shell dan ellipsoidal head sebesar 0,5 inch. Sedangkan untuk maximum pressure pada shell dan head diperoleh 200 psi. Untuk eksternal pressure pada head dan shell karena hasil lebih besar dari 15 psi sehingga tidak perlu penambahan stiffener ring.
- Besar nilai tegangan pada vessel yang dianalisis dengan menggunakan software ANSYS didapatkan nilai meshing dengan error terendah terdapat pada meshing 2 dengan nilai max. von-messes stress 10541 psi dengan presesntase 1%, serta tegangan hasil running saddle masih aman atau bisa

diterima karena tidak melebihi allowable stress material pada saddle dengan nilai stress tertinggi terdapat pada saddle1 meshing 4 nilai tegangan 18054 psi

**5. PUSTAKA**

- [1] API 12J. (2008). Spesification for Oil and Gas Separator. Washington DC: American National Standards Institute
- [2] API 574. (2009). Inspection Practices for Piping System Components 3rd edition. Washington DC: American Petroleum Institute.
- [3] ASME. (2019). Rule for Construction of Pressure Vessel Section VIII Div I. New York: American Society Of Mechanical Engineers.
- [4] ASME B31.3. (2016). Process Piping. New York: American Society of Mechanical Engineering.
- [5] ASME II D. (2015). ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section II Material Part D. New York: American Society of Mechanical Engineering.
- [6] Aziz, A., & Hamid, A. (2014). Perancangan Bejana Tekan (Pressure Vessel) Untuk Separasi 3 Fasa. 31–38.
- [7] Bahadori, A. (2014). Chapter 4 - Gas-Liquid Separators. In A. Bahadori, Natural Gas Processing (pp. 151-222). Waltham: Gulf Professional Publishing
- [8] Megyesy, E. F. (2001). Pressure Vessel Handbook 12th edition. Oklahoma: Pressure Vessel Publishing Inc