

## **Perancangan *Air Pressure Tank* dengan Bantuan *PVElite Software* Untuk Kebutuhan Praktikum Hidrolik dan Pneumatik**

**Iwan Agustawan, Eka Taufiq Firmansjah, Rais Wicaksono Sugiri**

Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia

Jl. PHH. Mustafa No.23 Bandung 40124

email : [gusti@itenas.ac.id](mailto:gusti@itenas.ac.id)

*Received 06 Oktober 2022 | Revised 06 November 2022 | 15 November 2022*

### **ABSTRAK**

Air pressure tank adalah tempat untuk menampung udara bertekanan. Perancangan menggunakan standar ASME VIII.. Air pressure vessel harus dapat memenuhi kebutuhan udara bertekanan pada pada modul HPC-03 dan modul HPC-04. Debit yang dibutuhkan untuk dapat mengoperasikan modul HPC-03 yaitu sebesar  $25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  selama 6 menit dan pada modul HPC-04 sebesar  $2,78 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$  selama 7 menit. Pengisian udara bertekanan dilakukan saat praktikum tidak berjalan atau setiap 1 sesi praktikum. Air pressure vessel yang dirancang bertipe vertikal dan beroperasi pada tekanan 25 bar serta memiliki volume total sebesar  $48838,38 \text{ in}^3$ . Air pressure tank ini memiliki 3 buah nozzle berukuran  $\frac{1}{2} \text{ in}$  yang berfungsi sebagai nozzle inlet udara bertekanan dari kompressor, nozzle outlet sebagai komponen untuk mengeluarkan udara bertekanan kedalam sistem pneumatik pada modul HPC-03 dan modul HPC-04, dan drain nozzle untuk menguras udara bertekanan serta mengeluarkan air yang ada jika terjadi pengembunan. Perancangan dan pemodelan air pressure vessel menggunakan bantuan Software PVElite. Dari Software PVElite didapatkan ketebalan minimal pada shell yaitu  $0,6250 \text{ in}$  dan ketebalan minimal pada head yaitu  $0,6112 \text{ in}$  dengan MAWP air pressure vessel adalah  $403,163 \text{ psi}$ .

Kata kunci: pressure vessel, air pressure tank, pneumatik, PVElite, ASME VIII.

### **ABSTRACT**

*Pressure vessel is a container for compressed air. Design according to ASME VIII. Air pressure vessels on the HPC-03 and HPC-04 modules must be capable of meeting compressed air requirements. The discharge required to operate the HPC-03 module is  $25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  for 6 minutes, while the discharge required to operate the HPC-04 module is  $2.78 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$  for 7 minutes. Every single practicum session or when the practicum is not in progress, compressed air is refilled. The pressure vessel designed as a vertical air pressure vessel with  $48838.38 \text{ in}^3$  of total volume and operates at a pressure of 25 bar. This air pressure tank has three nozzles in  $\frac{1}{2} \text{ in}$ , one of which serves as a pressured air nozzle inlet from the compressor, nozzle outlet as a component for extracting compressed air for the pneumatic system on the HPC-03 and HPC-04 modules, and a drain nozzle for draining pressurized air and removing water in the event of condensation. Using PVElite software, air pressure vessels may be designed and modeled. According to the PVElite software, the minimum shell thickness is  $0.6250 \text{ in}$  and the minimum head thickness is  $0.6112 \text{ in}$ , with the MAWP air pressure vessel being  $403.163 \text{ psi}$ .*

*keywords: pressure vessel, air pressure tank, pneumatik, PVElite, ASME VIII.*

### 1. Pendahuluan

*Air pressure tank* adalah tempat untuk menampung fluida gas yang memiliki tekanan berbeda dengan tekanan atmosfer [1]. Berdasarkan tipenya, *Air pressure tank* terbagi menjadi tipe vertikal dan horizontal. Pemilihan tipe *air pressure tank* berdasarkan ruang yang tersedia dan faktor eksternal seperti kecepatan angin dan guncangan yang mungkin dapat terjadi [2].

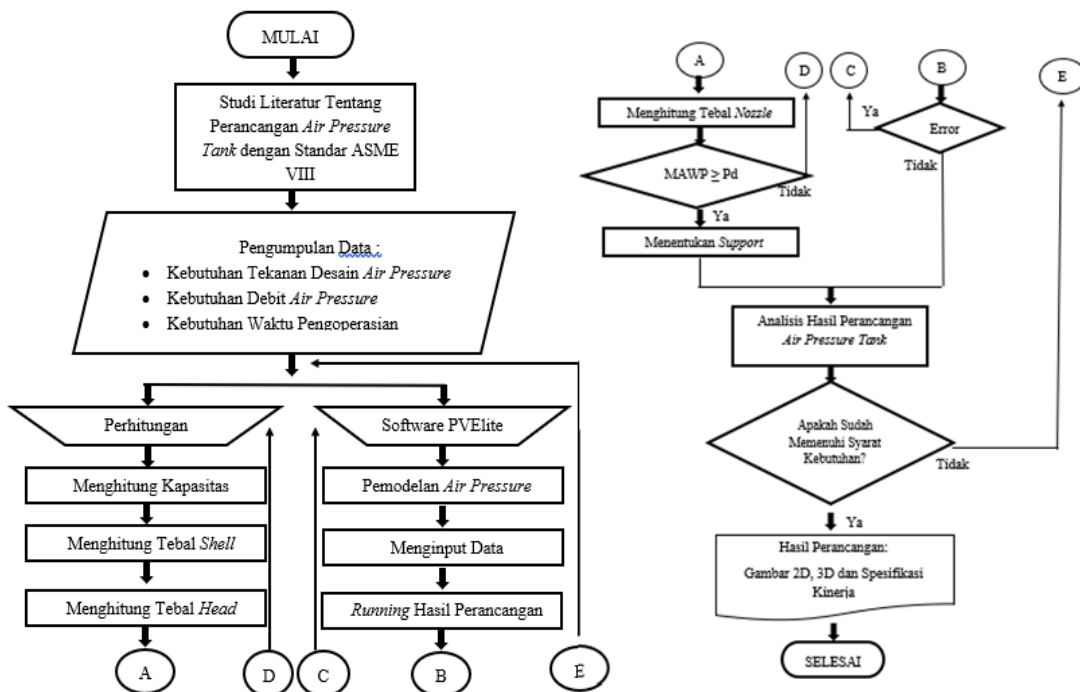
Perancangan *Air Pressure Tank* untuk kebutuhan praktikum pneumatik di Laboratorium Hidrolik dan Pneumatik Teknik Mesin Itenas membutuhkan data-data penting seperti ruang yang tersedia untuk ditempatkan *air pressure tank*, tekanan udara, dan debit yang diperlukan pada rangkaian sistem pneumatik, seperti pada modul 03 (Sistem Pneumatik Kontrol PLC) dan modul 04 (Sistem Hidraulik dengan Input Udara Bertekanan menggunakan *Air to Hydraulic Pressure Booster*). Perancangan *air pressure tank* ini bertujuan supaya kompresor tidak perlu dinyalakan pada saat praktikum sedang berlangsung dan kompresor hanya digunakan untuk mengisi *air pressure tank* ketika praktikum tidak sedang berlangsung.

Standar yang digunakan pada perancangan *air pressure tank* ini adalah *American Society of Mechanical Engineers*(ASME) bagian VIII supaya *air pressure tank* aman digunakan dan mencegah terjadinya ledakan akibat kesalahan dalam perancangan [3]. Perancangan *air pressure tank* ini menggunakan bantuan *software PVElite* untuk menganalisis dan mensimulasikan desain sebelum alat dibuat. Pada *software* ini, sudah tersedia *database* spesifikasi material sesuai dengan standar yang ada. Jadi, hasil analisis dan simulasi diharapkan akurat sesuai dengan hasil perencanaan dikarenakan bejana tekanan mengandung resiko bahaya tinggi yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan atau peledakan [4].

### 2. Metodologi Penelitian

#### 2.1. Diagram Alir Perancangan *Air Pressure Tank*

Metode atau langkah-langkah yang dilakukan untuk merancang *air pressure tank* dapat dilihat pada diagram alir pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Tahapan Perancangan *Air Pressure Tank***

#### 2.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data didapatkan dari Laboratorium Hidraulik dan Pneumatik Institut Teknologi

Nasional Bandung. Dari pengukuran dan referensi-referensi yang didapatkan, diketahui bahwa pada Modul-03, tekanan operasi yang diperlukan adalah sebesar 3 bar dengan debit  $25 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  dan membutuhkan waktu 6 menit. Sedangkan pada Modul-04 tekanan operasi yang diperlukan yaitu 6 bar dengan debit  $2,78 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$  dan membutuhkan waktu hingga 7 menit. Ruang yang tersedia untuk penempatan *air pressure tank* yaitu lebar maksimal sebesar 800 mm dan tinggi maksimal yaitu 2500 mm.

### 2.3. Perhitungan Perancangan *Air Pressure Tank*

Perhitungan menggunakan standar dari ASME VIII section 1 untuk menghitung ketebalan minimal dan tekanan yang terjadi pada masing-masing komponen *air pressure tank* [5]. Perhitungan manual ini digunakan untuk membandingkan dan memverifikasi hasil dari *Software PVElite*. Perhitungan manual meliputi:

- a) Menghitung kapasitas bejana dengan menggunakan persamaan:

$$V = \frac{\pi \cdot D_i^2 \cdot L}{4} \quad (1)$$

- b) Menghitung tebal minimal pada *shell* dengan persamaan berikut:

$$t = \frac{P_d R}{SE - 0,6 P_d} + CA \quad (2)$$

- c) Menghitung tebal minimal pada *head* dengan persamaan berikut:

$$t = \frac{P_d D_i}{2 \cdot SE - 0,2 \cdot P} + CA \quad (3)$$

- d) Menghitung tebal *nozzle* meliputi *wall thickness required* pada *shell* dengan persamaan (4) dan *wall thickness required* pada *head* dapat ditentukan dengan persamaan (5).

$$t_r = \frac{P_d R_{i \text{ shell}}}{S_v E - 0,6 \cdot P_d} \quad (4)$$

$$t_r = \frac{P_d K \cdot D}{2 \cdot S_v E - 0,2 \cdot P_d} \quad (5)$$

*Nozzle wall thickness required* dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$t_{rn} = \frac{P_d R_{o \text{ nozzle}}}{S \cdot E + 0,4 \cdot P_d} \quad (6)$$

- e) Menghitung MAWP pada *shell* dengan persamaan (7) dan perhitungan MAWP pada *head* dapat dilakukan dengan persamaan (8). MAWP dari *air pressure vessel* menggunakan MAWP terkecil dari *shell* atau *head*. Jika MAWP pada masing-masing komponen ternyata lebih kecil daripada tekanan desain, maka perhitungan harus diulang dari awal karena spesifikasinya tidak sesuai atau terjadi kesalahan dalam perhitungan [6].

$$MAWP_{shell} = \frac{S \cdot E \cdot T_{corr}}{R_{corr} + 0,6 \cdot T_{corr}} \quad (7)$$

$$MAWP_{head} = \frac{2 \cdot S \cdot E \cdot T_{corr}}{D_{corr} + 0,2 \cdot T_{corr}} \quad (8)$$

- f) Menentukan *support* yang akan digunakan berdasarkan beban yang akan diterima oleh *support*. Ketebalan jika menggunakan *skirt* dapat menggunakan persamaan:

$$t = \frac{12 \cdot M_T}{R^2 \cdot \pi \cdot S \cdot E} + \frac{W}{D \cdot \pi \cdot S \cdot E} \quad (9)$$

#### 2.4. Software PVElite

*Software PVElite* [7] digunakan untuk mendesain pemodelan *air pressure tank* serta menganalisis hasil desain yang sudah dibuat. Jika terjadi *error* pada saat pemodelan maupun penginputan data, maka proses perancangan menggunakan *Software PVElite* harus diulang kembali.

#### 2.5. Analisis Hasil Perancangan Air Pressure Tank

Analisi hasil perancangan yaitu membandingkan hasil perhitungan secara teori (manual) dengan hasil analisis pada *Software PVElite*. Data yang diambil adalah data yang dihasilkan dari *Software PVElite*. Jika sudah sesuai dengan syarat kebutuhan, maka perancangan bisa dilanjutkan ke hasil perancangan. Jika ternyata hasil perancangan tidak memenuhi syarat kebutuhan, maka perhitungan secara teori dan menggunakan *Software PVElite* harus diulang dari awal.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Data Perancangan

Setelah melakukan *trial and error* untuk menentukan dimensi serta spesifikasi dari *air pressure tank*, diperoleh data sebagai berikut:

- 1) Panjang *shell* silinder : 4,593 in
- 2) Diameter dalam silinder : 29,06 in
- 3) Tipe *head* : 2:1 Ellipsoidal
- 4) *Straight face* pada *head* : 2 in
- 5) Tekanan operasi : 362,6 psi
- 6) Tekanan desain : 401,07 psi
- 7) Temperatur operasi : 89,6 °F
- 8) Temperatur desain : 139,6 °F

#### 3.2. Kapasitas Air Pressure Tank

Kapasitas dari *air pressure tank* dapat ditentukan dengan persamaan (1).

$$V = \frac{\pi \cdot 29,06^2 \cdot 73,685}{4}$$

$$V = 48838,37921 \text{ in}^3$$

#### 3.3. Ketebalan Shell

Ketebalan minimal pada *shell* menurut tegangan secara *circumferential* didapatkan dari persamaan (2).

$$t = \frac{(401,26)(14,53)}{(12893,85)(0,85) - (0,6)(401,26)} + 0,0787$$

$$t = 0,6223 \text{ in}$$

#### 3.4. Ketebalan Head

*Head* menggunakan tipe *ellpsoidal*. Ketebalan pada *head* dapat ditentukan dengan persamaan (3).

$$t = \frac{(401,26)(29,06)}{(2)(12893,85)(0,85) - (0,2)(401,26)} + 0,0787$$

$$t = 0,6123 \text{ in}$$

#### 3.5. Ketebalan Nozzle

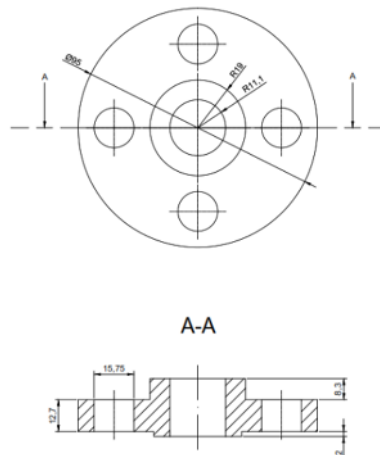
Dari persamaan 4,5, dan 6 didapatkan data teknis *nozzle* yang terpasang pada *shell* dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Data Teknis Nozzle**

No	Keterangan	Nozzle pada shell	Nozzle pada head
01	Material nozzle	A53B	A53B
02	Tegangan izin maksimal (S)	17100 Psi	17100 Psi
03	Nominal pipe size	½ in (sch 40)	½ in (sch 40)
04	Diameter dalam nozzle (d)	0,622 in	0,622 in
05	Tebal leher nozzle (t <sub>n</sub> )	0,109 in	0,109 in
06	Tebal cincin nozzle (t)	0,6223 in	0,6123 in
07	Wall thickness required (t <sub>r</sub> )	0,5436 in	0,4792 in
08	Nozzle wall thickness required (t <sub>rn</sub> )	0,00999 in	0,00999 in

**3.6. Flange Pada Nozzle Air Pressure Tank**

Flange menggunakan tipe *Slip-on Flange* dengan ukuran standar ½ in dengan rating 300 lb. *Flange* ini memiliki 4 buah lubang baut dengan material SA-105 yang memiliki tegangan izin maksimumnya sebesar 20000 psi. Dimensi pada flange dapat dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2. Dimensi Flange Pada Air Pressure Tank**

**3.7. Maximum Allowable Working Pressure (MAWP)**

Nilai dari MAWP harus lebih besar atau sama dengan tekanan desain. MAWP pada *shell* dapat diketahui dari persamaan (7).

$$MAWP_{shell} = \frac{(12893,85)(0,85)(0,5436)}{(14,4513)+(0,6)(0,5436)}$$

$$MAWP_{shell} = 403,163 \text{ psi}$$

MAWP pada *head* dapat ditentukan dengan persamaan (8).

$$MAWP_{head} = \frac{(2)(12893,85)(0,85)(0,5336)}{(28,90)+(0,2)(0,5336)}$$

$$MAWP_{head} = 403,226 \text{ psi}$$

**3.8. Tekanan Tes Hidrostatik**

Tes hidrostatik pada *air pressure tanks* sangat diperlukan untuk mengetahui kekuatan dan kemungkinan kebocoran pada *air pressure tank*. Pengetesan dilakukan dengan memasukkan air dengan tekanan 1.5 kali tekanan desain atau sebesar 601,605 psi.

**3.9. Beban Gempa**

Beban yang terjadi akibat gempa dapat diketahui dengan menentukan berat dari masing-masing

komponen pada *air pressure tank* [8]. Berat dari masing-masing komponen yang terpasang di *air pressure tank* dapat dilihat pada **Tabel 2**.

**Tabel 2. Berat Komponen-komponen Air Pressure Tank**

No	Komponen	Berat (lb)
1	Shell	1454,65
2	Head	198,14
3	Nozzle	0,8856
4	Flange	4,5
5	Fluida Tes Hidrostatik	1667,68
6	Air Pressure Vessel	3525,40

Periode getaran akibat beban gempa dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$T = 0,0000265 \cdot \left(\frac{H}{D_o}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{w \cdot D_o}{t}} \quad (10)$$

$$T = 0,0000265 \cdot \left(\frac{7,63}{2,5254}\right)^2 \cdot \sqrt{\frac{462,046 \cdot 2,5254}{0,6223}}$$

$$T = 0,01047 \text{ detik}$$

Total Seismic Shear (V) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$V = \frac{Z \cdot I \cdot C}{R_w} \cdot W \quad (11)$$

$$V = \frac{0,375 \cdot 1 \cdot 0,92}{1,5} \cdot 3525,4088$$

$$V = 810,844 \text{ lb}$$

Momen maksimum pada *air pressure tank* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$M = F_t \cdot H + (V - F_t) \cdot \frac{2 \cdot H}{3} \quad (12)$$

$$M = (0 \cdot 7,63) + (810,844 - 0) \cdot \frac{2 \cdot 7,63}{3}$$

$$M = 4124,49 \text{ lb.ft}$$

Momen maksimum pada sambungan *skirt* dan *head* bawah dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$M_T = M \left(\frac{X}{H}\right) \quad (13)$$

$$M_T = 4124,49 \left(\frac{5,558}{7,63}\right)$$

$$M_T = 3004,445 \text{ lb.ft}$$

### 3.10. Tebal Skirt Support

Ketebalan minimal pada *support* dengan tipe *skirt* dapat ditentukan dengan persamaan (9).

$$t = \frac{12 \cdot 3004,445}{15,151^2 \cdot \pi \cdot 12893,85 \cdot 0,6} + \frac{3525,4088}{30,3025 \cdot \pi \cdot 12893,85 \cdot 0,6}$$

$$t = 0,0112 \text{ in}$$

### 3.11. Desain Data Pada Software PVElite

Desain data ini melingkupi seluruh komponen pada *air pressure tank*. Data yang diisi antara lain *design internal pressure* (psig), *design external pressure* (psig), *design internal temperature* (°F), *design external temperature* (°F), dan *hydrotest type*. Desain data dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Design Data	
Design Internal Press, psig	401.07
Design External Press, psig	14.99331
Design Internal Temp, F	139.6
Design External Temp, F	139.6
Drawn Line Options	click to edit ...
Hydrotest Type	User Entered Press
Hydrotest Position	Vertical
Projection from Top, in.	0
Projection from Bottom, in.	0
Projection from Bottom Ope, in.	0
Min. Des Metal (CCT) Temperature, F	-20
No Ug-2(h) Exemptions	
Flange Distance to Top, ft.	0
Construction Type	Welded
Service Type	None
Degree of Radiography	RT 1
Miscellaneous Weight %	click for options ...
Design Code	Division 1
User defined MAWP, psig	0
User defined MAPnc, psig	0
User defined Hydro. Press, psig	0
Additional Ope. Static Press, psig	0

**Gambar 3. Desain Data Air Pressure Vessel di Software PVElite**

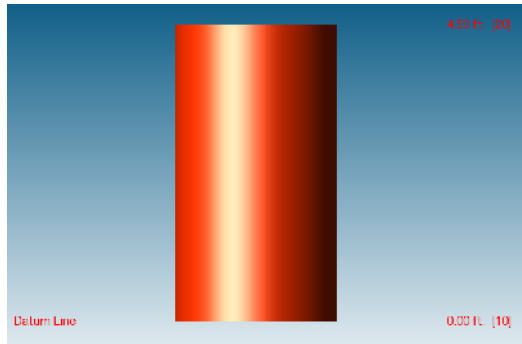
### 3.12. Mendesain Shell

Data perancangan yang sudah ditentukan, kemudian dimasukkan kedalam element data di *Software PVElite* seperti pada **Gambar 4**.

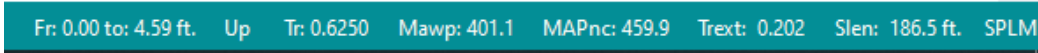
Element Data	
Element Description	Shell
From Node	10
To Node	20
Element Type	Cylindrical
Diameter Basis	ID
Inside Diameter, in.	29.06
Cylinder Length, ft.	4.593
Finished Thickness, in.	0.6251
Nominal Thickness, in.	0
Internal Corrosion Allowance, in.	0.0787
External Corrosion Allowance, in.	0
Wind Diameter Multiplier	1.2
Material Name	SA-414 A
Longitudinal Seam Efficiency	0.85
Circumferential Seam Efficiency	0.85
Internal Pressure, psig	401.07
Temp. for Internal Pressure, F	139.6
External Pressure, psig	14.6959
Temp. for External Pressure, F	139.6

**Gambar 4. Element Data Pada Shell di Software PVElite**

Setelah dimasukkan data pada bagian element data, maka hasil desain shell dapat dilihat pada **Gambar 5**. Dari hasil analisa pada *Software PVElite*, didapatkan *thickness required* ( $T_r$ ) atau ketebalan minimum pada komponen shell seperti pada **Gambar 6**. yaitu sebesar 0,6250 in dengan MAWP sebesar 401,1 psig.



Gambar 5. Hasil Desain Shell Pada Software PVElite



Gambar 6. Hasil Output Shell Pada Software PVElite

Hasil analisa dan perbandingan perhitungan manual dan menggunakan bantuan Software PVElite dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Output Shell pada Software PVElite

SHELL	Software PVElite	Perhitungan Manual
Tebal Minimal	0,6250 in	0,6223 in
MAWP	401,1 psig	403,163 psig

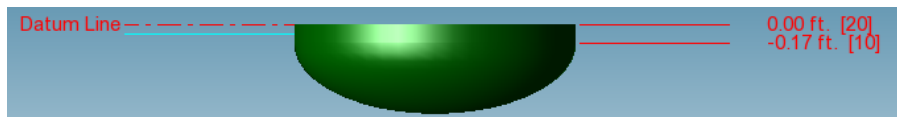
### 3.13. Mendesain Head

Untuk mendesain head di Software PVElite, maka perlu memasukkan data spesifikasi head terlebih dahulu seperti pada Gambar 7.

Element Data	
Element Description	2:1 ellipsoidal head
From Node	10
To Node	20
Element Type	Elliptical
Diameter Basis	ID
Inside Diameter, in.	29.06
Straight Flange Length, ft.	0.166667
Finished Thickness, in.	0.6112
Nominal Thickness, in.	0
Internal Corrosion Allowance, in.	0.0787
External Corrosion Allowance, in.	0
Wird Diameter Multiplier	1.2
Material Name	SA-414 A
Longitudinal Seam Efficiency	0.85
Circumferential Seam Efficiency	0.85
Internal Pressure, psig	401.07
Temp. for Internal Pressure, F	139.6
External Pressure, psig	14.9384
Temp. for External Pressure, F	139.6
Additional Element Data	
Head Factor	2

Gambar 7. Element Data Head Pada Software PVElite

Setelah element data dimasukkan, maka akan terbentuk gambar 3D dari ellipsoidal head seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Desain Head Pada Software PVElite

Setelah semua komponen dari head terbentuk, maka bisa dilihat analisis dari Software PVElite



seperti pada **Gambar 9**. Pada gambar tersebut diketahui bahwa ketebalan minimumnya adalah 0,6112 in dan MAWP yang terjadi pada head adalah sebesar 401,1 psig.

Tr: 0.6112 Mawp: 401.1 MAPnc: 459.3 Ttext: 0.157 EMawp: 255.0 SPLM

**Gambar 9. Hasil OutputHead Pada Software PVElite**

Hasil analisis dan perbandingan antara perhitungan manual dan menggunakan bantuan *Software PVElite* dapat dilihat pada **Tabel 4**.

**Tabel 4. Hasil OutputHead pada Software PVElite**

HEAD	Software PVElite	Perhitungan Manual
Tebal Minimal	0,6112 in	0,6123 in
MAWP	401,1 psig	403,226 psig

**3.14. Mendesain Skirt**

Untuk mendesain *skirt*, terlebih dahulu memasukkan data pada element data pada *Software PVElite*. Berbeda dengan komponen lainnya, Diameter Basis menggunakan diameter luar sebagai refrensinya seperti pada **Gambar 10**.

Element Data	
Element Description	Skirt
From Node	10
To Node	20
Element Type	Skirt
Diameter Basis	OU
Outside Diameter, in.	30.2025
Skirt Length, ft.	1.44377
Finished Thickness, in.	0.0127
Nominal Thickness, in.	0
Internal Corrosion Allowance, in.	0.125
External Corrosion Allowance, in.	0
Weld Diameter Multiplier	0
Material Name	SA-414 A
Longitudinal Seam Efficiency	0.85
Circumferential Seam Efficiency	0.85
Internal Pressure, psig	0
Temp. for Internal Pressure, F	119.6
External Pressure, psig	0
Temp. for External Pressure, F	119.6
Additional Element Data	
Skirt Diameter at Base, in.	30.2025
Perform Usling Analysis	
Evaluate Holes in Skirt	

**Gambar 10. Element Data Skirt Pada Software PVElite**

Untuk memberikan lubang pada *skirt*, ceklis *evaluate holes in skirt* pada element data di **Gambar 10**. dan isi dimensi lubang seperti pada **Gambar 11**.

Skirt Access Openings:

Opening Data

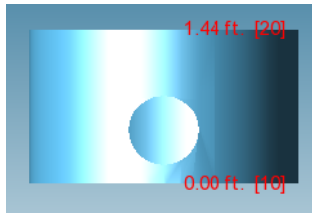
From Node: 10

Number of Skirt Openings (C=0): 1

	Width in.	Height in.	Center Specing in.	Frame Thk in.	Frame Width in.	Layout Angle
1	7.87402	5	0	0.0119	0.019	270

**Gambar 11. Input Lubang Pada Skirt di Software PVElite**

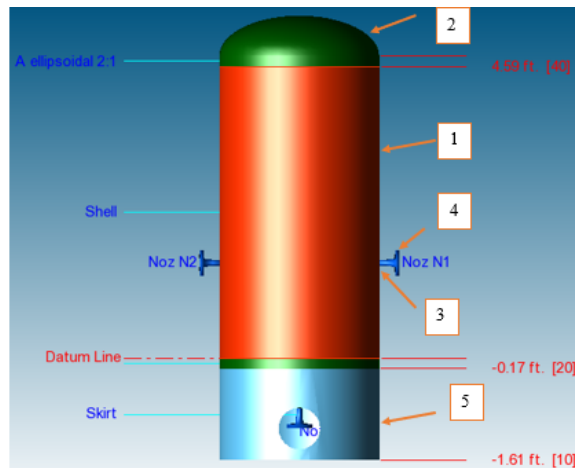
Setelah Element Data dimasukkan, maka akan terlihat desain dari *skirt* seperti pada **Gambar 12**. Panjang *skirt* 1,44 ft dengan tebal 0.0119 in.



Gambar 12. Hasil Desain Skirt Dengan Software PVElite

**3.15. Desain Akhir Air Pressure Tank**

Desain akhir dari *air pressure tank* dapat digambarkan oleh *Software PVElite* yang terlihat pada **Gambar 13**. Material pada masing-masing komponen dapat dilihat pada **Tabel 5**. Jumlah nozzle yang terpasang pada perancangan *air pressure tank* dapat dilihat pada **Tabel 6**.



Gambar 13. Desain Akhir Air Pressure Tank Pada Software PVElite

**Tabel 5. Material Komponen-komponen Air Pressure Vessel**

No	Komponen	Material
1	Shell	SA-414 A
2	Head	SA-414 A
3	Nozzle	A-53 B
4	Flange	SA-105
5	Skirt	SA-414 A

**Tabel 6. Nozzle pada Air Pressure Vessel**

No	Jumlah	Ukuran Nom. (in)	Material	Fungsi
N1	1	1/2	A53B	Inlet
N2	1	1/2	A53B	Outlet
N3	1	1/2	A53B	Drain

**3.16. Analisis/Pembahasan**

Setelah melakukan perhitungan perancangan *air pressure tank* secara manual maupun dengan bantuan *Software PVElite*, didapatkan selisih perbandingan yang dapat dilihat pada **Tabel 7**.

**Tabel 7. Perbandingan Software PVElite dan Perhitungan Manual**

NO	PARAMETER	MANUAL	PVElite	Selisih Perbandingan (%)
1	Tebal dinding shell (in)	0,6223	0,6250	0,43

NO	PARAMETER	MANUAL	PVElite	Selisih Perbandingan (%)
2	Tebal dinding <i>head</i> (in)	0,6123	0,6112	0,18
3	MAWP <i>shell</i> (psi)	403,163	401,1	0,51
4	MAWP <i>head</i> (psi)	403,226	401,1	0,53
5	Tebal leher <i>nozzle</i> (in)	0,00999	0.0098	1,02
6	Tebal dinding <i>nozzle</i> pada <i>shell</i> (in)	0,5436	0,4628	17,46
7	Tebal dinding <i>nozzle</i> pada <i>head</i> (in)	0,4792	0,4080	17,45

Pada perhitungan *nozzle*, selisih perbandingan terbesar terdapat pada tebal dinding *nozzle* pada *shell* dan tebal dinding *nozzle* pada *head* yaitu sebesar 17,46% dan 17,45%. Hal ini dapat terjadi karena efisiensi pengelasan pada perhitungan *Software PVElite* yaitu sebesar 1 (tanpa adanya toleransi cacat pengelasan), sedangkan pada perhitungan manual efisiensi pengelasannya adalah 0,85 (dengan toleransi adanya cacat pengelasan). Selain itu, adanya selisih juga terjadi karena dilakukan pembulatan nilai pada perhitungan manual. Jika efisiensi pengelasan pada perhitungan manual menjadi 1, maka tebal dinding *nozzle* pada *shell* menjadi sebesar 0,4606 in dengan selisih perbandingan sebesar 0,48 % dan tebal dinding *nozzle* pada *head* sebesar 0,4071 in dengan selisih perbandingan sebesar 0,22 %.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Tekanan kerja operasi pada *air pressure tank* ini adalah sebesar 25 bar dengan volume 48838,38 in<sup>3</sup>. Tinggi komponen *shell* yaitu 4,593 ft dengan diameter dalam 29,06 in dan ketebalan minimal 0,6250 in. Pada komponen *head*, diameter dalam sebesar 29,06 in dengan ketebalan minimal 0,6112 in. *Straight face* pada *head* setinggi 2 in. *Nozzle* menggunakan pipa standar berukuran 1/2 in *schedule 40* tanpa *reinforcement pad* dan *flange* menggunakan tipe *slip-on flange* berukuran 1/2 in dengan 4 buah lubang baut. *Support* menggunakan tipe *skirt* dengan 1 buah lubang sebagai akses ke *drain nozzle*. Diameter terluar *skirt* adalah 30,3025 in dengan tinggi *skirt* 17,32 in. Ketebalan minimal pada *skirt* yaitu 0,0112 in. Kinerja dan spesifikasi dari perancangan *air pressure tank* ini cukup untuk melayani kebutuhan udara bertekanan untuk modul pneumatik HPC-03 (Sistem Pneumatik Kontrol PLC) dan modul HPC-04 (Sistem Hidrolik dengan Input Udara Bertekanan menggunakan *Air to Hydraulic Pressure Booster*).

Rata-rata perbandingan selisih pada *Software PVElite* dan perhitungan secara manual yaitu 5,367%. *Software PVElite* ini bisa digunakan untuk merancang suatu *pressure tank* dikarenakan *Software PVElite* ini menggunakan standar American Society of Mechanical Engineer (ASME) bagian VIII. Daftar material dan kekuatannya sudah sesuai dengan spesifikasi standarnya walaupun kekuatan material pada *Software PVElite* ini dibulatkan.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] Jasmin M., Miftachul M., Nur E. 2014. Perancangan dan Analisis Vertical Pressure Vessel Tipe Gas Separator untuk Penambahan kapasitas Gas Plant. Jurnal Proceeding 3rd Conference of Piping Engineering and its Application. 28-33.
- [2] Aziz A., Hamid A., Hidayat A. 2014. Perancangan Bejana Tekan (Pressure Vessel) Untuk Separasi 3 Fasa . Jurnal SINERGI vol. 18, No. 1, 1410-2331. 31-38.
- [3] Hikmat M. 2007. Perancangan Bejana Tekan Horisontal, Program Strata Satu Jurusan Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana.
- [4] Cahyono E. 2004. Perancangan Bejana tekan vertikal berisi udara untuk peralatan pneumatik kapasitas 8,25 m<sup>2</sup> Dengan tekanan kerja 5,7 kg/cm<sup>3</sup>, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret.
- [5] Buthod P., Eugene F. 2008. Pressure Vessel Handbook Fourteenth Edition. Oklahoma, Pressure Vessel Publishing, INC.
- [6] The American Society of Mechanical Engineers. 2017. Section VIII ASME Boiler and

Pressure Vessel Code An International Code – Division 1. New York: The American Society of Mechanical Engineers.

- [7] Amol Mali, Hemant Bhosale, Dilpreet Singh Bedi, Akash Modasara. 2017. Design of Vertical Pressure Vessel using PV Elite software. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume: 04, Issue: 05
- [8] Cokorda Prapti Mahandaria, Aji Abdillah Kharisma. 2015. Wind and Earthquake Loads On The Analysis of a Vertical Pressure Vessel For Oil Separator. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)