

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Data Perancangan

Jenis bejana tekan	: Vertikal
Tekanan kerja / P_o	: 0,9 MPa (130,53 psi)
Temperatur kerja / T_o	: 43°C (109,4°F)
Panjang silinder	: 7100 mm (279,51 inch)
Diameter dalam silinder / D_i	: 2830 mm (111,41 inch)
Panjang bejana tekan (<i>head to head</i>) / z	: 8515 mm (335,23 inch)
<i>Joint efisiensi</i> / E	: 1 (<i>full Radiographi Test</i>)
Faktor korosi / CA	: 3 mm (0,11811 inch)
Tipe <i>head</i>	: 2:1 <i>Elipsoidal</i>
Material <i>head</i>	: SA 516 Gr.70
Material <i>shell</i>	: SA 516 Gr.70
Material <i>skirt</i>	: SA 283 Gr.C

4.2 Perhitungan Manual Bejana Tekan *Air Receiver*

4.2.1 Tekanan Desain

Perhitungan tekanan desain dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$P_d = P_o + a + P_{hs}$$

$$P_d = 0,9 \text{ MPa} + (0,1 \times 0,9 \text{ MPa}) + 0$$

$$P_d = 0,99 \text{ MPa} = 143,59 \text{ psi}$$

Keterangan:

P_d = Tekanan desain

P_o = Tekanan operasi

a = Margin (maks $0,1 \times P_o$ atau 10 psi)

P_{hs} = 0 (karena rho udara sangat kecil sehingga diabaikan)

4.2.2 Temperature Desain

Perhitungan temperatur desain dilakukan menggunakan rumus berikut:

$$T_d = T_o + 50^\circ\text{F}$$

$$T_d = 109,4^\circ\text{F} + 50^\circ\text{F}$$

$$T_d = 159,4^\circ\text{F}$$

$$T_d = 70,8^\circ\text{C}$$

Keterangan:

T_d = Temperatur desain

T_o = Temperature operasi

4.2.3 Perhitungan Ketebalan *Shell* dan *Head*

Perhitungan ketebalan *shell* dan *head* yang digunakan dalam karya tulis ini menggunakan dimensi dalam bejana tekan dan dihitung dalam kondisi terkorosi (*corroded*).

a. Tebal *shell*

Material *shell* yang digunakan dalam perancangan bejana tekan ini adalah SA516Gr.70. Dengan tekanan desain sebesar 143,59 psi, diameter dalam bejana tekan 111,41 inch, *joint efisiensi* 1 (*full radiographi*), dan dari Tabel ASME B31.3 didapat nilai Tegangan maksimum yang diijinkan (S) pada temperatur desain 159,4°F untuk material SA516Gr.70 adalah 23.200 psi. Maka tebal dinding *Shell* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$t_{shell} = \frac{P_d \cdot R_{corr}}{S \cdot E - 0,6 \cdot P_d} + CA$$

$$t_{shell} = \frac{143,59 \text{ psi} \times 55,587 \text{ inch}}{23200 \text{ psi} \times 1 - 0,6 \times 143,59 \text{ psi}} + 0,11811 \text{ inch}$$

$$t_{shell} = 0,4634 \text{ inch}$$

Ketebalan plat dinding *shell* dibulatkan menjadi 0,5 inch karena mengikuti ketebalan plat yang tersedia di pasaran sehingga tidak perlu *special order*.

b. Tebal *head*

Material *head* yang digunakan dalam perancangan bejana tekan ini adalah SA516Gr.70. Dengan tekanan desain sebesar 155,68 psi, diameter dalam bejana tekan 111,41 inch, joint efisiensi 1 (*full radiographi*), dan dari Tabel ASME B31.3 didapat nilai Tegangan maksimum yang diijinkan (S) pada temperatur desain 159,4°F untuk material SA516Gr.70 adalah 23.200 psi. Maka tebal dinding *head* dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$t_{head} = \frac{P_d \cdot D_{corr}}{2 \cdot S \cdot E - 0,2 \cdot P_d} + CA$$

$$t_{head} = \frac{143,59 \text{ psi} \times 111,174 \text{ inch}}{2 \times 23200 \text{ psi} \times 1 - 0,2 \times 143,59 \text{ psi}} + 0,11811 \text{ inch}$$

$$t_{head} = 0,4623 \text{ inch}$$

Ketebalan plat dinding *shell* dibulatkan menjadi 0,5 inch karena mengikuti ketebalan plat yang tersedia di pasaran sehingga tidak perlu *spesial order*.

4.2.4 Perhitungan MAWP Shell, Head, dan Flange

Perhitungan *Maximum Allowable Working Pressure* (MAWP) dilakukan untuk mengetahui besarnya tekanan kerja yang diijinkan pada bagian *shell*, *head*, *flange*, dan bejana tekan itu sendiri. Perhitungan MAWP dilakukan dengan R dan t dalam kondisi tanpa korosi(*corroded*).

Data:

- $t_{corroded} = 0,5 \text{ inch} - 0,11811 \text{ inch} = 0,382 \text{ inch}$
- $D_{corroded} = 111,41 \text{ inch} - 0,11811 \text{ inch} = 111,174 \text{ inch}$
- $R_{corroded} = 55,705 \text{ inch} - 0,11811 \text{ inch} = 55,587 \text{ inch}$

a. MAWP *Shell*

Perhitungan MAWP *shell* dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$MAWP_{shell} = \frac{S \cdot E \cdot t_{corr}}{R_{corr} + 0,6 \cdot t_{corr}}$$

$$MAWP_{shell} = \frac{23200 \text{ psi} \times 1 \times 0,382 \text{ inch}}{55,587 \text{ inch} + 0,6 \times 0,382 \text{ inch}}$$

$$MAWP_{shell} = 158,778 \text{ psi}$$

Hasil perhitungan diatas menunjukkan besarnya MAWP *shell* 158,778 psi lebih besar dari tekanan desain 143,59 psi. Hal ini menunjukkan ketebalan dinding *shell* 0,5 inch atau ½ inch sudah cukup aman.

b. MAWP *Head*

Perhitungan MAWP *head* dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$MAWP_{head} = \frac{2 \cdot S \cdot E \cdot t_{corr}}{D_{corr} + 0,2 \cdot t_{corr}}$$

$$MAWP_{head} = \frac{2 \times 23200 \text{ psi} \times 1 \times 0,382 \text{ inch}}{111,174 \text{ inch} + 0,2 \times 0,382 \text{ inch}}$$

$$MAWP_{head} = 159,323 \text{ psi}$$

Hasil perhitungan diatas menunjukkan besarnya MAWP *head* 159,323 psi lebih besar dari tekanan desain 143,59 psi. Hal ini menunjukkan ketebalan dinding *shell* 0,5 inch atau ½ inch sudah cukup aman.

c. MAWP *flange*

Material *flange* yang digunakan dalam perancangan bejana tekan ini adalah SA105 dan suhu desain bejana tekan sebesar 159,4°F. Tabel 4.1 adalah hasil penentuan MAWP pada *flange* bejana tekan *Air Receiver* dari tabel ASME B16.5.

Tabel 4.1 MAWP *Flange*

No	Nozzle	Diameter	Flange		MAWP (psig)
			Rating	Material	
1	N1	6"	150	SA105	260
2	N2	6"	150	SA105	260
3	N3	¾"	150	SA105	260
4	N4	¾"	150	SA105	260
5	N5	1 ½"	150	SA105	260
6	N6	1 ½"	150	SA105	260
7	N7	3"	150	SA105	260
8	N8	2"	150	SA105	260
9	N9	3"	150	SA105	260
10	M1	24"	150	SA105	260

Berdasarkan data diatas diketahui semua MAWP *flange* sebesar 260 psig lebih besar dari tekanan desain sebesar 143,59 psi, sehingga dengan *rating* sebesar 150 *flange* tersebut sudah dinyatakan aman.

d. MAWP bejana tekan (*pressure vessel*)

Besarnya MAWP bejana tekan ditentukan oleh MAWP terkecil dari komponen bejana tekan itu sendiri. Dari perhitungan MAWP diatas didapat MAWP *shell* sebesar 158,778 psi lebih kecil dari MAWP *head* sebesar 159,323 psi, sehingga besarnya MAWP bejana tekan mengikuti MAWP shell yaitu sebesar 158,778 psi.

4.2.5 Perhitungan Tekanan Tes Hidrostatik

Perhitungan tekanan hidrostatik dilakukan untuk mengetahui besarnya kekuatan bejana tekan. Besarnya tekanan tes hidrostatik dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut.

Data:

- Material = SA 516 Gr.70
- Tekanan desain / P_d = 155,68 psi
- T_{Test} = 69,8°F / 20°C
- T_{Desain} = 159,4°F
- S dengan T_{Test} = 23300 psi
- S dengan T_{Desain} = 23200 psi

Perhitungan besarnya tekanan test hidrostatik:

$$P_{hs} = 1,3 \cdot P_d \cdot \frac{S \text{ dengan } T_{Test}}{S \text{ dengan } T_{Desain}}$$

$$P_{hs} = 1,3 \times 143,59 \text{ psi} \times \frac{23300}{23200}$$

$$P_{hs} = 187,472 \text{ psi}$$

4.2.6 Perhitungan Beban Angin dan Beban Gempa

a. Beban angin

Perhitungan beban angin (*wind load*) dilakukan guna mengetahui *wind pressure* (P_w) terhadap bejana tekan. Perhitungan tersebut secara teknikal digunakan untuk menjamin bahwa bejana tekan tersebut aman terhadap beban yang terjadi.

Perhitungan *wind pressure* dapat dihitung dengan data berikut:

- Kecepatan angin / V_w = 20 knot (23,02 mph) → sumber BMKG
- Diameter luar bejana / D_o = 111,41 inch + (2 x 0,5 inch t_{shell})
= 112,41 inch = 9,368 ft
- Tinggi bejana / H = 32,67 ft
- Titik tengah bejana / h = 18,865 ft
- Tinggi skirt / h_T = 7,219 ft

Dari data di atas maka didapat besarnya *wind pressure* (P_w) sebagai berikut:

$$P_w = 0,0025 \cdot V_w^2$$

$$P_w = 0,0025 \times (23,02 \text{ mph})^2$$

$$P_w = 1,3248 \text{ psf}$$

$$P_w = 0,0092 \text{ psi}$$

Akibat tekanan angin (*wind pressure*) ini maka terjadi tegangan geser dan momen. Tegangan geser akibat beban angin dirumuskan sebagai berikut:

$$F = P_w \cdot D_o \cdot H$$

$$F = 1,3248 \text{ psf} \times 9,368 \text{ ft} \times 32,67 \text{ ft}$$

$$F = 405,458 \text{ lbf}$$

Menghitung momen pada dasar bejana (M)

$$M = F \cdot h$$

$$M = 405,458 \text{ lb} \cdot 18,865 \text{ ft}$$

$$M = 7648,965 \text{ ft.lbf}$$

b. Beban gempa

Pengaruh beban gempa terhadap bejana tekan dapat dilihat dari besarnya *Total Seismic Zone* (V). Dalam penentuan besarnya V, dibutuhkan data *Seismic Zone* (zona gempa) dimana bejana tekan tersebut berada. Dalam kasus ini bejana tekan *air receiver* berada di zona 4.

Data:

- Zona gempa = Zona 4
- *Seismic Zone Factor* (Z) = 0,2 (lihat lampiran)
- Koefisien numerik (Rw) = 2,9 untuk bejana tekan
- *Numerical Coefficient* (Ct) = 0,035
- *Occupancy importance coefficient* (I) = 1 untuk bejana tekan
- Diameter luar bejana tekan (D_o) = 112,41 inch
- Tinggi skirt (h_T) = 2200 mm (86,614 inch)
- Panjang *shell* (X) = 224,4094 inch
- Tinggi bejana (H) = 30,51 ft
- Total berat bejana tekan (W) = 13384,603 kg (29507,1 lb)

Sebelum menentukan nilai V, terlebih dahulu menentukan nilai C (harus kurang dari 2,75). Berikut langkah-langkah menentukan nilai C:

Menentukan periode getaran

$$T = C_t \cdot H^{\frac{3}{4}}$$

$$T = 0,035 \times 30,51 \text{ ft}^{\frac{3}{4}}$$

$$T = 0,45 \text{ detik}$$

Menghitung nilai C

Dengan asumsi nilai koefisien tanah (S) adalah 1,2

$$C = \frac{1,25 \cdot S}{T^{\frac{2}{3}}}$$

$$C = \frac{1,25 \times 1,2}{0,45^{\frac{2}{3}}}$$

$$C = 2,55$$

Besarnya nilai C kurang dari 2,75 sehingga dapat digunakan untuk menghitung nilai *Total Seismic Shear* (V). Berikut cara menentukan besarnya nilai *Total Seismic Shear* (V):

$$V = \frac{Z \cdot I \cdot C}{R_w} \cdot W$$

$$V = \frac{0,2 \times 1 \times 2,55}{3} \times 29507,1 \text{ lb}$$

$$V = 5016,2 \text{ lb}$$

Menentukan total gaya gempa horizontal (F_t)

Besarnya nilai F_t tidak lebih dari $0,25 \times V$

$$F_t = 0,07 \cdot T \cdot V$$

$$F_t = 0,07 \times 0,45 \text{ s} \times 5016,2 \text{ lb}$$

$$F_t = 158,0103 \text{ lb}$$

Besarnya nilai F_t sebesar 158,0103 tidak lebih besar dari $1254,05$ ($0,25 \times V$)

Menentukan momen maksimum di dasar bejana tekan (M)

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

$$M = (158,0103 \cdot 30,51) + (5016,2 - 158,0103) \cdot \frac{2 \cdot 30,51}{3}$$

$$M = 103636,473 \text{ lb.in}$$

4.2.7 Desain Skirt Support

Desain *skirt support* dilakukan untuk mengetahui ketebalan dindingnya, untuk menghitung ketebalan dinding *skirt support* digunakan data-data sebagai berikut:

- Material *skirt* = SA 283 Gr.C
- Tegangan maksimum yang diijinkan / S = 18.300 psi
- Diameter luar bejana tekan / D_o = 112,41 inch
- Jari-jari bejana / R = 56,205 inch
- Efisiensi sambungan / E = 1
- Priode getaran / T = 3,07 s
- Total berat bejana tekan keseluruhan / W = 29.507,1 lb
- Tekanan angin / P_w = 0,0069 psi
- Panjang *skirt* / h_T = 86,614 inch
- Total *shear* / V = 5.232,592 lb
- Panjang setengah bejana = 224,4094 inch
- Tinggi bejana tekan / H = 392,03 inch

- Menentukan ketebalan *skirt*

Sambungan las diasumsikan *butt weld*, maka nilai efisiensi sambungannya 0,6 sehingga ketebalan dinding *skirt* dapat dihitung sebagai berikut:

$$t = \frac{12 \cdot M}{R^2 \cdot \pi \cdot S \cdot E} + \frac{w}{D \cdot \pi \cdot S \cdot E}$$

$$t = \frac{12 \times 103636,473}{56,205^2 \times \pi \times 18.300 \text{ psi} \times 0,6} + \frac{29.507,1}{112,41 \times \pi \times 18.300 \text{ psis} \times 0,6}$$

$$t = 0,01902 \text{ inch}$$

4.2.8 Desain Penguat *Nozzle (Reinforcement Pad)*

Diperlukan perancangan plat penguat (*reinforcement pad*) untuk mengetahui apakah pada *nozzle* di bejana tekan membutuhkan plat penguat atau tidak. Berikut ini data-data yang diperlukan untuk merancang *reinforcement pad* :

- **Perhitungan pada *Nozzle N1***

Diameter dalam <i>shell</i> / D_i	= 111,41 inch
Jari-jari <i>shell</i> / R	= 55,705 inch
Tekanan desain / P_d	= 155,68 psi
Temperatur desain / T_d	= 159,4°F
Material <i>shell</i>	= SA 516 Gr.70
Teg.ijin maks <i>vessel</i> / S	= 23200 psi
Tebal dinding <i>shell</i> / t	= 0,5 inch – 0,11811 inch = 0,3819
Faktor korosi / CA	= 0,11811 inch
Efisiensi sambungan / E	= 1
<i>Schedule/NPS</i>	= 150/6 inch
Material <i>nozzle</i>	= SA 105
Teg.ijin maks <i>nozzle</i> / S	= 22.000 psi (ASME B31.3)
Diameter luar <i>nozzle</i> / $D_{o\text{nozzle}}$	= 6,630 inch
Jari-jari <i>nozzle</i> / R_{nozzle}	= 84,15 mm (3,1512 inch)
Diameter dalam <i>nozzle</i> / d	= $D_{o\text{nozzle}} - 2 \cdot t_n$ = 6,626 – (2 x 0,1618 inch) = 6,3024 inch
Tebal dinding <i>nozzle</i> / t_n	=(0,2799 inch – 0,11811 inch) = 0,1618 inch
<i>Filled weld size</i>	= diasumsikan 0,5 inch
<i>Projection inside</i> / h	= diasumsikan 0 inch

a. Ketebalan dinding yang diperlukan

1) Untuk *Shell*

$$t_r = \frac{P_d \cdot R}{S \cdot E - 0,6 \cdot P_d}$$

$$t_r = \frac{143,59 \text{ psi} \times 55,705 \text{ inch}}{23.200 \text{ psi} \times 1 - 0,6 \times 143,59 \text{ psi}}$$

$$t_r = 0,3461 \text{ inch}$$

2) Untuk *nozzle*

$$T_{rn} = \frac{P_d \cdot R_n}{S \cdot E - 0,6 \cdot P_d}$$

$$T_{rn} = \frac{143,59 \text{ psi} \times 3,3130 \text{ inch}}{22.000 \text{ psi} \times 1 - 0,6 \times 143,59 \text{ psi}}$$

$$T_{rn} = 0,0217 \text{ inch}$$

b. Bidang penguat yang diperlukan

Luas bidang penguat opening dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$A = d \cdot t_r$$

$$A = 6,3024 \text{ inch} \times 0,3461 \text{ inch}$$

$$A = 2,1813 \text{ inch}^2$$

c. Bidang yang tersedia untuk penguatan

Jika nilai A lebih kecil dari jumlah nilai A_1 , A_2 , A_3 , dan A_4 maka *nozzle* tidak memerlukan pelat penguat. Perhitungan luas bidang penguatan opening dapat ditentukan dengan cara berikut:

1. Luas bidang A_1

Luas bidang A_1 yang digunakan adalah luas yang paling besar dari dua perhitungan dibawah ini:

$$A_1 = d \cdot (t - t_r)$$

$$A_1 = 6,3024 \times (0,3819 \text{ inch} - 0,3461 \text{ inch})$$

$$A_1 = 0,2256 \text{ inch}^2$$

Atau

$$A_1 = 2 \cdot (t - t_r) \cdot (t_n + t)$$

$$A_1 = 2 \cdot (0,3819 - 0,3461) \cdot (0,1618 + 0,3819)$$

$$A_1 = 0,0389 \text{ inch}^2$$

Maka A_1 yang digunakan adalah $0,2256 \text{ inch}^2$

2. Luas bidang A_2

Luas bidang A_2 yang digunakan adalah luas yang paling kecil dari dua perhitungan dibawah ini:

$$A_2 = 5 \cdot t \cdot (t_n - t_{rn})$$

$$A_2 = 5 \times 0,3819 \text{ inch} \times (0,1618 \text{ inch} - 0,0217 \text{ inch})$$

$$A_2 = 0,2675 \text{ inch}^2$$

Atau

$$A_2 = 5 \cdot t_n \cdot (t_n - t_{rn})$$

$$A_2 = 5 \times 0,1618 \text{ inch} \times (0,1618 \text{ inch} - 0,0217 \text{ inch})$$

$$A_2 = 0,1133 \text{ inch}^2$$

Maka A_2 yang digunakan adalah $0,1133 \text{ inch}^2$

3. Luas bidang A_4

Perhitungan luas bidang A_4 dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$A_4 = (\text{Area of Fillet Weld}) 0,5^2 = 0,25 \text{ inch}^2$$

Maka,

$$\begin{aligned} A_1 + A_2 + A_3 + A_4 &= 0,2256 + 0,1133 + 0 + 0,25 \\ &= 0,5889 \text{ inch}^2 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa nilai A sebesar $2,1813 \text{ inch}^2$ lebih besar dari $0,5889 \text{ inch}^2$ sehingga pada *nozzle* N1 memerlukan pelat penguat tambahan.

Perhitungan *nozzle* yang lainnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 2 Luas Bidang *Nozzle*

No	<i>Nozzle</i>	NPS	A (Inch ²)	A ₁ (Inch ²)	A ₂ (Inch ²)	A ₃ (Inch ²)	A ₄ (Inch ²)	Luas Daerah Yang Tersedia (Inch ²)
1	N1	6"	2,3653	0,0416	0,1119	0	0,25	0,3815
2	N2	6"	2,3653	0,0416	0,1119	0	0,25	0,3815
3	N3	3/4"	0,3676	0,0065	0,0057	0	0,25	0,2402
4	N4	3/4"	0,3676	0,0065	0,0057	0	0,25	0,2402
5	N5	1 1/2"	0,6522	0,0115	0,0308	0	0,25	0,2702
6	N6	1 1/2"	0,6522	0,0115	0,0308	0	0,25	0,2702
7	N7	3"	1,2400	0,0218	0,0420	0	0,25	0,2918
8	N8	2"	0,8641	0,0152	0,0049	0	0,5	0,2481
9	N9	3"	1,2400	0,0218	0,0420	0	0,25	0,2918
10	M1	24"	8,6821	0,1527	0,7531	0	0,25	1,0448

Dari data diatas dapat dilihat bahwa nilai A pada semua *nozzle* lebih besar dari pada "Luas Daerah Yang Tersedia" atau jumlah dari luas bidang A₁, A₂, A₃, dan A₄ sehingga semua *nozzle* memerlukan pelat penguat tambahan.

4.3 Perancangan Bejana Tekan Menggunakan *Software PV Elite 2013*

Perancangan ualang bejana tekan menggunakan bantuan *software PV Elite* dilakukan dalam beberapa tahap menggunakan data yang sudah ada. Tahap-tahap perancangan bejana tekan *air receiver* diuraikan sebagai berikut

4.3.1 Input Data Beban-Beban Bejana Tekan

Data beban-beban yang digunakan dalam perancangan bejana tekan adalah sebagai berikut:

Tekanan Internal	= 143,59 psig
Temperatur	= 159,4 °F
Beban Angin	= Standar ASCE-95
Kecepatan Angin	= 23,02 mph

Beban Gempa = Standar UBC 1994

a. Data Desain

Data-data perancangan di atas dimasukkan kedalam *toolbar* seperti Gambar 4.1.

Design Data	
Design Internal Press, psig	155.68
Design External Press, psig	0
Design Internal Temp, F	159.4
Design External Temp, F	0
Datum Line Options	click to edit
Hydrotest Type	UG-99b
Hydrotest Position	Vertical
Projection from Top, in.	0
Projection from Bottom, in.	0
Projection from Bottom Ope, in.	0
Min. Des Metal Temp, F	-20
No UG-20(f) Exemptions	
Flange Distance to Top, ft.	0
Construction Type	Welded
Service Type	Air/Water/Steam
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
Use Higher Long. Stress	<input checked="" type="checkbox"/>
Consider Vortex Shedding	<input type="checkbox"/>

Is this a heat Exchanger
If this vessel is a Heat Exchanger, check the box.

Genera... Load ... Wind ... Seismi... Design... Heading

Gambar 4.1 *Input Data Desain*

b. *Wind Load*

Data beban angin dimasukkan pada *toolbar* seperti Gambar 4.2.

Wind Data

Wind Design Code : ASCE-93

Percent Wind for Hydrotest : 33 %

Design Wind Speed : 23.02 mile/hr

Base Elevation : 0 ft.

Exposure Constant : Exposure C

Importance Factor : 1

Roughness Factor : 1

Beta: Operating/Empty/Full 0.01 0 0

Genera... Load ... Wind ... Seismi... Design... Heading

Gambar 4.2 *Input Data* Beban Angin

c. *Seismic Load*

Data beban gempa dimasukkan pada *toolbar* seperti Gambar 4.3.

Seismic Data

Seismic Design Code : UBC 1994

Percent Seismic for Hydrotest : 0 %

Importance Factor : 1

Soil Type : Soil 1

Horizontal Force Factor : 3

Seismic Zone : Zone 4

Genera... Load ... Wind ... Seismi... Design... Heading

Gambar 4.3 *Input Data* Beban Angin

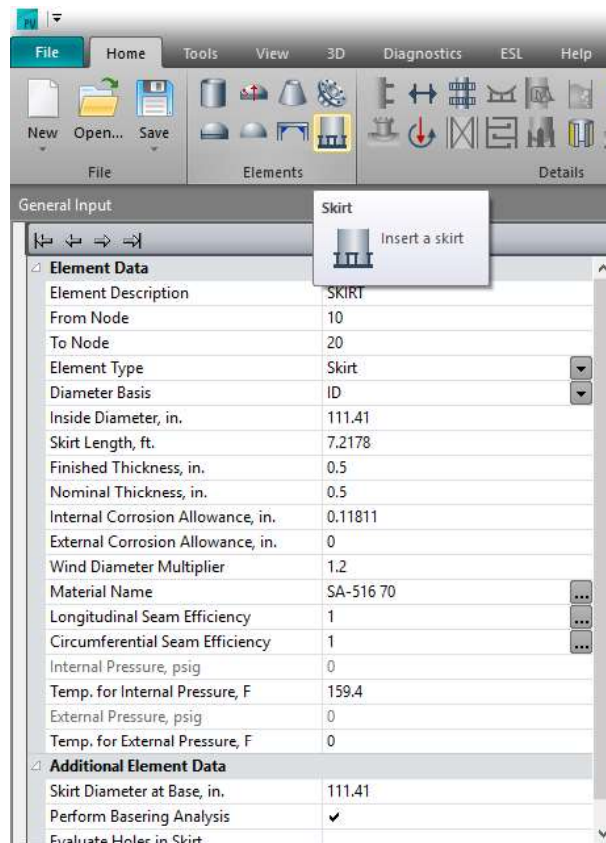
4.3.2 Membuat Model Bejana Tekan

a. Desain *Skirt*

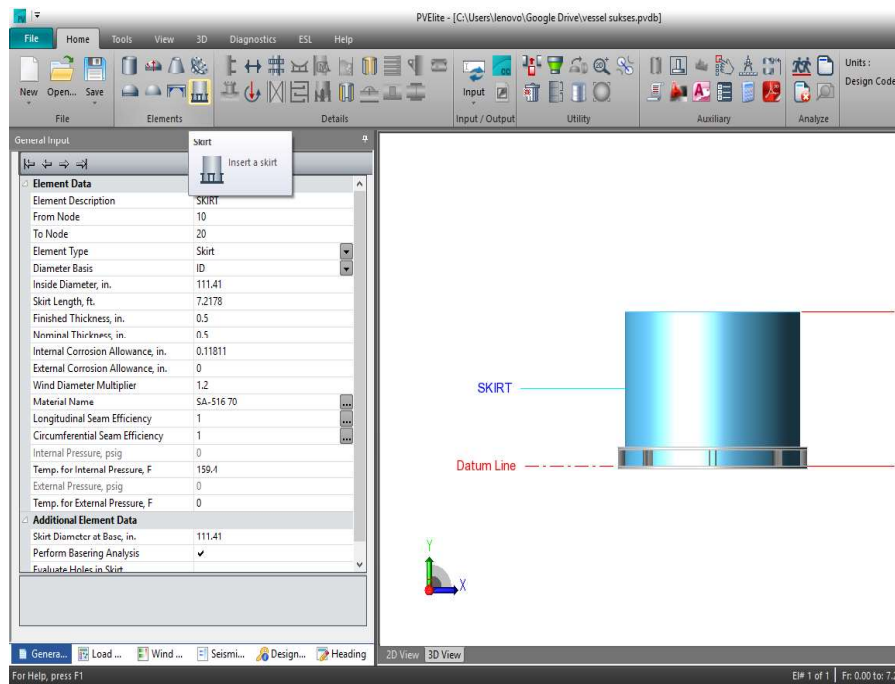
Desain *skirt* menggunakan data-data sebagai berikut:

Tebal Dinding <i>Skirt</i>	= 0,5 in
Tinggi <i>Skirt</i>	= 7.2178 ft
Diameter <i>Skirt</i>	= 111,41 in
Material <i>Skirt</i>	= SA 516 Grade 70

Pemodelan *skirt* dilakukan dengan cara mengklik ikon *insert a skirt* pada toolbar “*Elements*” kemudian mengisi data-data *skirt* pada toolbar “*Element Data*” seperti ditunjukkan pada Gambar 4.4 dan hasil dari pemodelan dari *skirt* ditunjukkan pada Gambar 4.5.



Gambar 4.4 Desain *Skirt*



Gambar 4.5 Model Skirt

b. Desain *Buttom Head*

Desain *head* dilakukan dengan menggunakan data-data sebagai berikut:

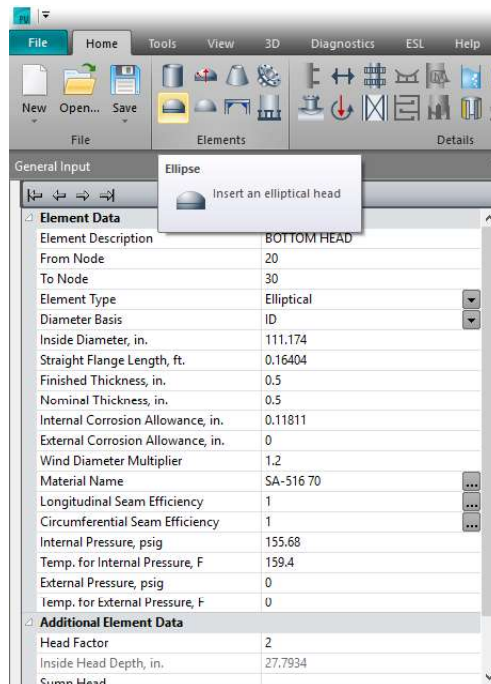
Type *Head* = 2:1 *Ellipsoidal Head*

Tebal *Head* = 0,5 in

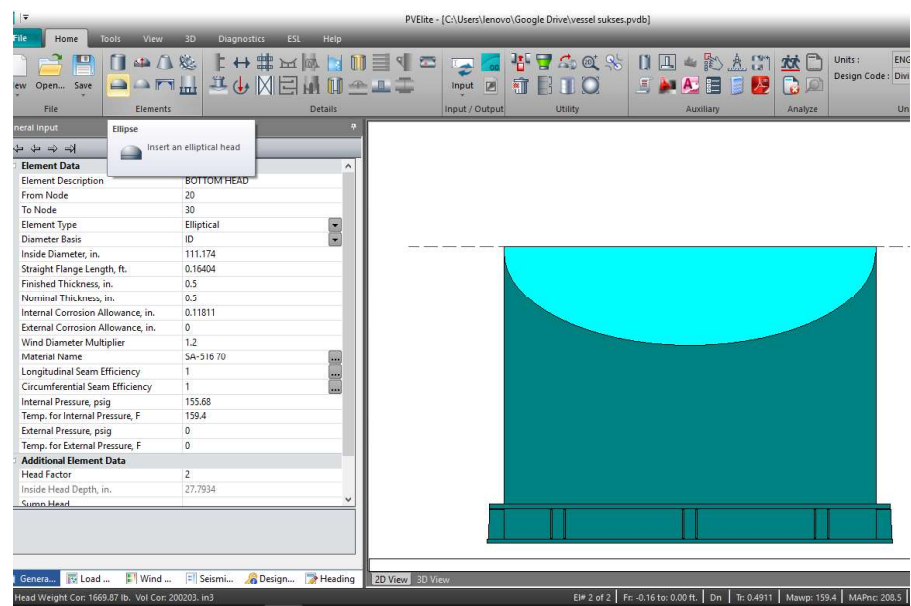
Material *Head* = SA 516 Grade 70

Diameter *Head* = 111,41 in

Pemodelan dilakukan dengan cara mengklik ikon *insert an ellipsoidal head* pada *toolbar* elements seperti ditunjukkan pada Gambar 4.6.

Gambar 4.6 Desain *Bottom Head*

Kemudian data-perancangan dimasukkan pada *toolbar general input* yang terdapat dibawahnya seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7.

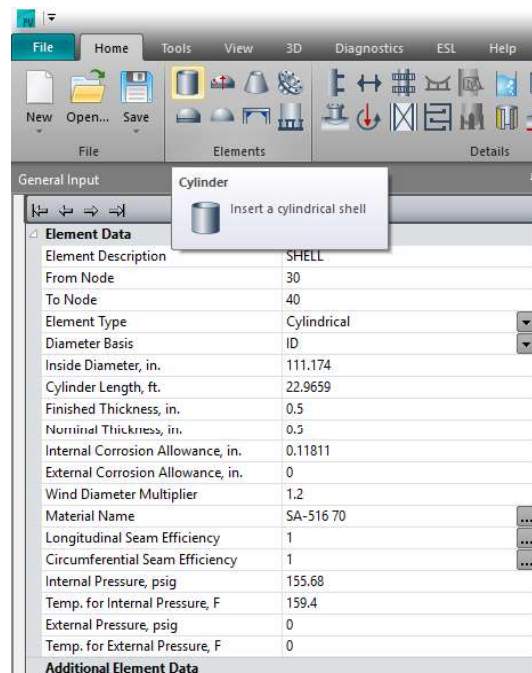
Gambar 4.7 Model *Bottom Head*

c. Desain *Shell*

Desain *shell* dilakukan dengan menggunakan data-data sebagai berikut:

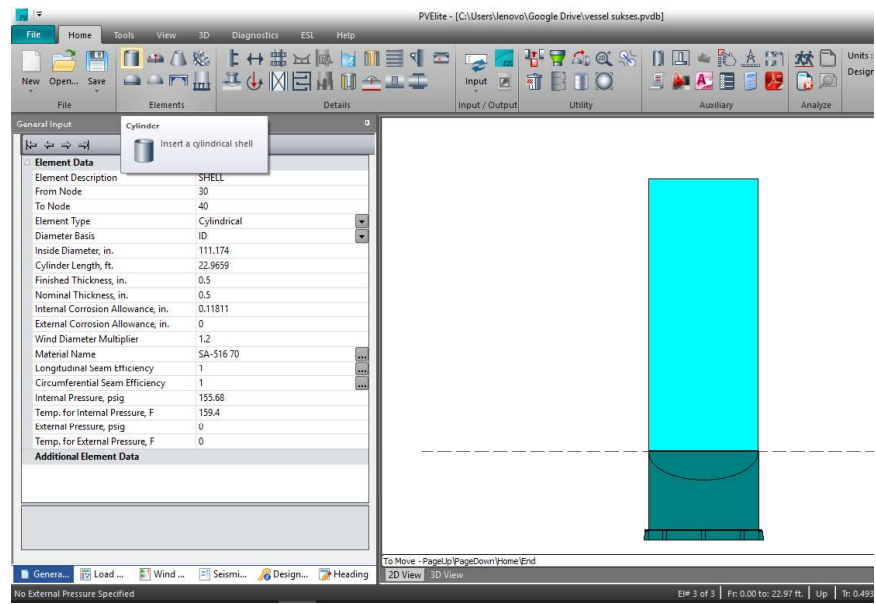
Tebal <i>Shell</i>	= 0,5 in
Panjang <i>Shell</i>	= 22,9659 ft
Material <i>Shell</i>	= SA 516 Grade 70
Diameter <i>Shell</i>	= 111,41 in
Efisiensi Sambungan	= 1

Pemodelan dilakukan dengan cara mengklik ikon *insert a cylindrical shell* pada *toolbar* elements seperti ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Desain *Cylindrical Shell*

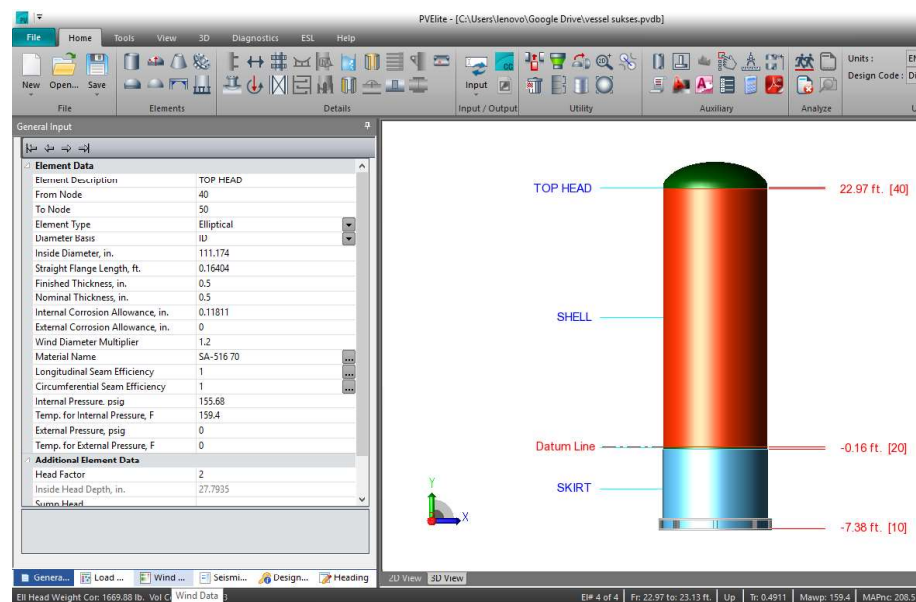
Kemudian data-perancangan dimasukkan pada *toolbar general input* yang terdapat dibawahnya seperti ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Model Shell

d. Desain *Top Head*

Cara mendesain *top head* dilakukan sama seperti mendesain *bottom head*. Model *top head* ditunjukkan pada Gambar 4.10.

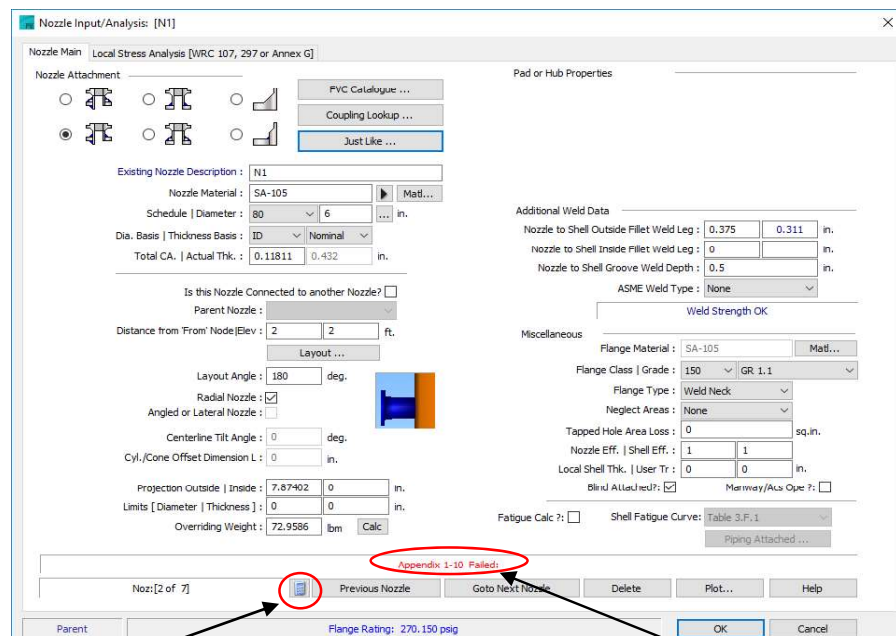
Gambar 4.10 Model *Top Head*e. Desain *Nozzle*

Dalam perancangan bejana tekan ini digunakan jenis *nozzle* yang standar terlebih dahulu untuk mengecek apakah *nozzle-nozzle* yang ada

memerlukan plat penguat atau tidak. Data desain *nozzle* pada perancangan bejana tekan *air receiver* ini dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data *Nozzle*

No	Nozzle	NPS	Flange	
			Rating	Material
1	N1	6"	150	SA105
2	N2	6"	150	SA105
3	N3	¾"	150	SA105
4	N4	¾"	150	SA105
5	N5	1 ½"	150	SA105
6	N6	1 ½"	150	SA105
7	N7	3"	150	SA105
8	N8	2"	150	SA105
9	N9	3"	150	SA105
10	M1	24"	150	SA105

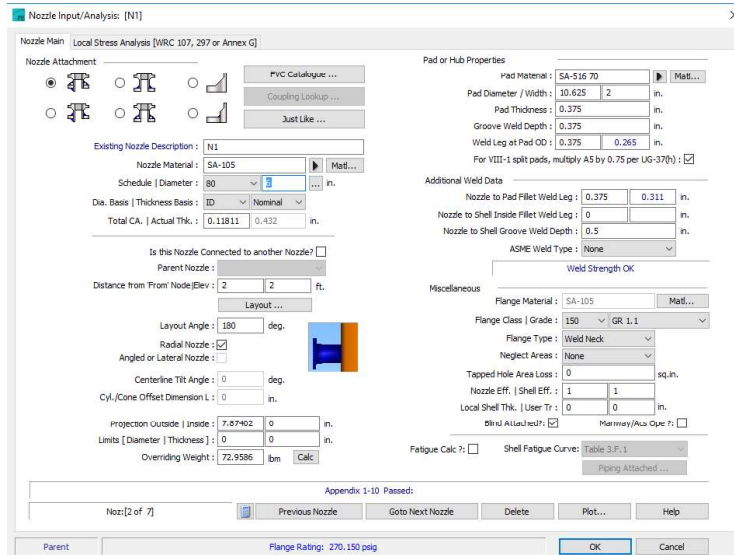


Quick Calculation

Warning

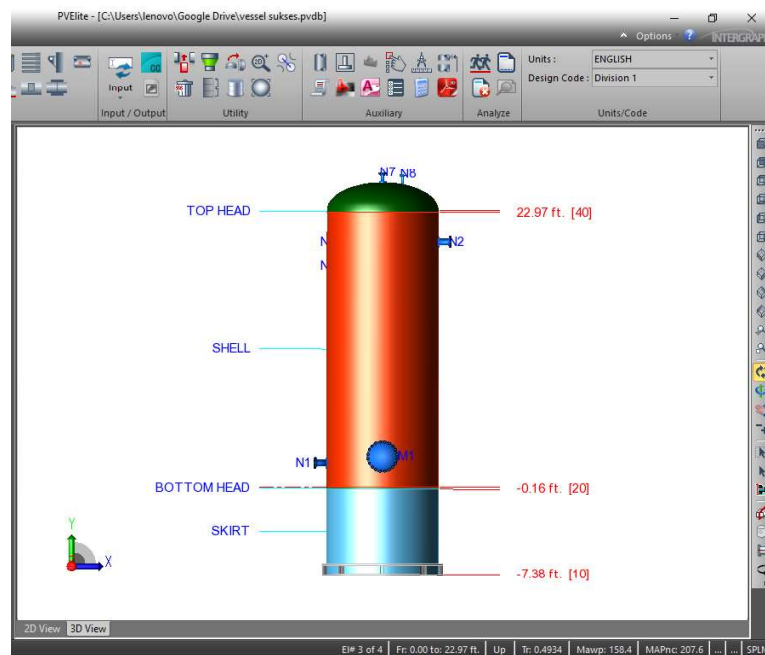
Gambar 4.11 Desain *Nozzle* Warning

Dari Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa pada desain *nozzle* terdapat *warning*. Setelah ditambahkan plat penguat maka *nozzle* tersebut aman digunakan seperti ditunjukkan pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Desain *Nozzle* Aman

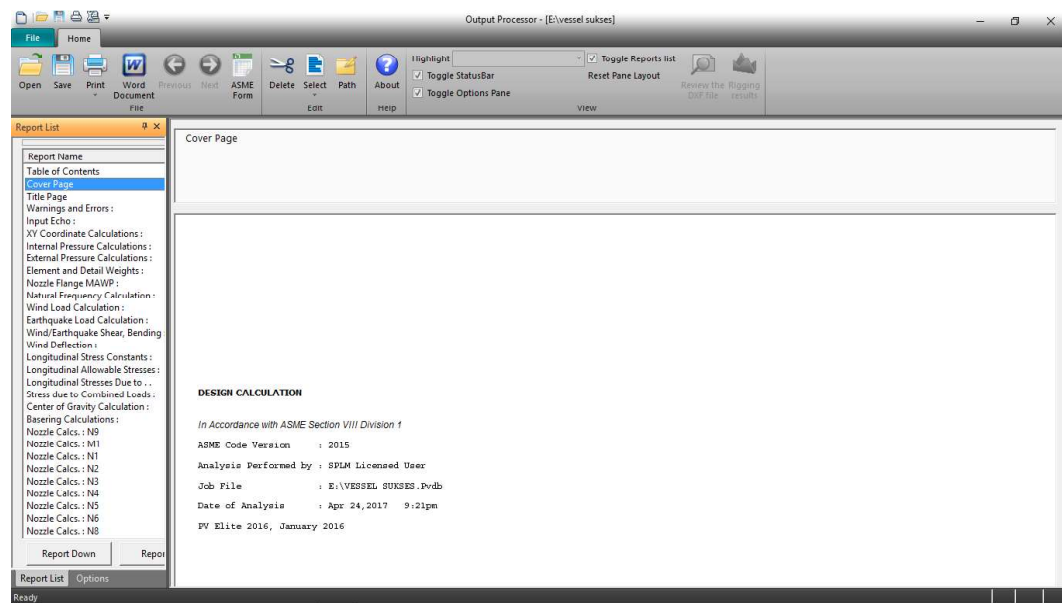
Setelah desain *nozzle* selesai akan didapatkan hasil seperti Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Pemodelan *Nozzle*

4.3.3 Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan dapat dilihat dengan mengklik pada ikon *Analyze* atau menekan tombol F12 pada *keyboard*. Gambar 4.14 menunjukkan tampilan hasil perhitungan dari *software* PV Elite 2016.



Gambar 4.14 Tampilan Hasil Perhitungan PV Elite

Hasil perhitungan lengkap dari *software* PV Elite dapat dilihat pada lampiran di halaman belakang.

4.3.4 Perbandingan Hasil Perancangan Manual dengan PV Elite

Perbandingan hasil perancangan yang dilakukan secara manual maupun dengan menggunakan bantuan *software* PV Elite dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Perancangan

Parameter		Hasil Perhitungan		Data Sheet
		Manual	PV Elite	
Desain Tekanan Internal	Tebal Dinding Shell (in)	0,4634	0,4642	-
	Tebal Dinding Shell Pembulatan (in)	0,5	-	0,55 (14 mm)
	Tebal Dinding Head (in)	0,4623	0,4621	-
	Tebal Dinding Head Pembulatan (in)	0,5	-	0,63 (16 mm)
	MAWP Shell (psi)	158,778	158,398	196,89
	MAWP Head (psi)	159,323	159,389	226,07
	Tekanan Tes Hidrostatik (psi)	187,472	186,667	243,66
	Beban Angin	Design Wind Force (lbf)	405,458	-
Wind Pressure (psf)		1,3248	1,3421	-
Beban Gempa	Total Seismic Shear (lb)	5016,2	5048,2	-

Tabel 4. 5 Perbandingan Hasil Perhitungan Bidang *Nozzle*

Nozzle	Manual		PV Elite	
	Luas yang dibutuhkan (in ²)	Luas yang tersedia (in ²)	Luas yang dibutuhkan (in ²)	Luas yang tersedia (in ²)
N1	2,1812	0,5890	2,1860	0,5620
N2	2,1812	0,5890	2,1860	0,5620
N3	0,3390	0,2909	0,3400	0,1160
N4	0,3390	0,2909	0,3400	0,1160
N5	0,6015	0,3432	0,6040	0,2460
N6	0,6015	0,3432	0,6040	0,2460
N7	1,1435	0,4107	1,0270	0,4530
N8	0,7968	0,3374	0,7280	0,2510
N9	1,1435	0,4107	1,0270	0,4530
M1	8,0066	1,7550	7,5830	2,8760

4.3.5 Analisis Hasil Perancangan

Dari tabel 4.5 terdapat beberapa perbedaan antara perhitungan manual dengan perhitungan menggunakan *software* PV Elite.

a. Ketebalan dinding *Shell* dan *Head*

Dari hasil perbandingan antara dua perhitungan ketebalan dinding *shell* dan *head* dapat dilihat jika selisih angka yang didapatkan tidak terlalu besar, bahkan tebal dinding *shell* memiliki angka atau ketebalan yang sama.

b. MAWP *Shell* & MAWP *Head*

Dari hasil perbandingan antara dua perhitungan MAWP *shell* dan *head* dapat dilihat jika selisih angka yang didapatkan tidak terlalu besar

c. Tekanan Hidrostatik

Perbedaan antara perhitungan manual dengan PV Elite dalam menghitung tekanan hidrostatik tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

d. Beban Gempa

Terdapat perbedaan yang cukup besar antara perhitungan manual dengan perhitungan PV Elite pada perhitungan beban gempa. Kemungkinan hal ini terjadi karena nilai berat bejana (*W*) pada data *sheet* dengan perhitungan PV Elite berbeda.

Perhitungan Manual:

$$V = \frac{Z \cdot I \cdot C}{R_w} \cdot W$$

$$V = \frac{0,2 \times 1 \times 2,66}{3} \times 29507,1 \text{ lb}$$

$$V = 5232,59 \text{ lb}$$

Perhitungan PV Elite 2016:

$$V = \frac{Z \cdot I \cdot C}{R_w} \cdot W$$

$$V = \frac{0,2 \times 1 \times 2,75}{3} \times 25038,3 \text{ lb}$$

$$V = 4590,40 \text{ lb}$$