

# PERANCANGAN BEJANA TEKAN (*PRESSURE VESSEL*) UNTUK SEPARASI 3 FASA

**Abdul Aziz, Abdul Hamid dan Imam Hidayat**  
 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik,  
 Universitas Mercu Buana  
 Email : abdul.aza@gmail.com

**Abstrak** -- Perancangan bejana tekan ini menggunakan metode yang disesuaikan dengan kemajuan teknologi, dimana begitu banyak aplikasi yang digunakan dalam dunia kerja salahsatunya dengan software PV Elite. Dalam perancangan ini penulis menggunakan material untuk dinding bejana (*shell*) dan kepala bejana (*head*) SA-516 Grade 70. dengan desain tekanan = 3,1 MPa dan mempunyai dimensi panjang bejana tekan (*Seamless/Seamless*)= 5900 mm, dengan diameter (*D*) = 2140 mm dengan *Corrosion Allowance* = 6 mm. Dan dari perhitungan aplikasi PV Elite ketebalan *shell* yang didapat untuk bejana tekan tersebut adalah 30,45 mm sedangkan perhitungan manual adalah 29,84 mm. Untuk ketebalan kepala (*head*) bejana tekan berdasarkan perhitungan PV Elite didapat 30,18 mm sedangkan perhitungan secara manual ketebalan kepala (*head*) adalah 17,92 mm. Tekanan yang maksimal berdasarkan PV Elite adalah untuk *Head* = 5,1356 MPa dan *Shell* = 5,0418 MPa, sedangkan hasil dari perhitungan manual untuk *Head* = 1,0144 MPa dan untuk *Shell* = 3,9102 MPa.

**Kata Kunci:** Bejana Tekan (*Pressure Vessel*), software PV Elite

## 1. PENDAHULUAN

Bejana adalah komponen yang sangat diperlukan untuk industri pengilangan minyak dan gas. Bejana tekan (*pressure vessel*) merupakan tangki yang digunakan untuk penyimpanan fluida. Biasanya fluida yang disimpan dalam bejana tekan adalah fluida yang memiliki karakteristik maupun perlakuan khusus, misalnya fluida bertekanan, fluida dalam temperatur rendah maupun temperatur tinggi dan lain-lain. Bejana tekan dirancang berdasarkan dengan berbagai data masukan, diantaranya informasi dari piping dan instrument diagram (P&ID), *data sheet*, *work instruction* atau aturan khusus yang berlaku pada sebuah proyek, dan lain sebagainya.

Dalam merancang bejana tekan dapat dihitung dengan cara manual (*hand calculation*) dengan formula dari standar ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) maupun analisa komputer. Disini penulis menggunakan analisa dengan komputer yaitu dengan software PV Elite dan tidak membandingkan dengan teori-teori yang ada. Data yang diambil untuk penulisan ini berdasarkan proyek yang telah dikerjakan.

### Bejana Tekan (*Pressure Vessel*)

Bejana tekan atau istilah dalam teknik adalah tabung tertutup berbentuk silinder, sebagai penampung tekanan dalam maupun tekanan luar. Adapun komponen-komponen

dari suatu bejana tekan, terdiri dari beberapa bagian utama seperti; dinding (*shell*), kepala bejana (*head*), lobang orang/lubang pembersih (*manhole*), nosel-nosel (*nozzles*), dudukan penyangga (*support*) dan aksesoris lainnya yang digunakan sebagai alat pendukung, baik komponen yang berada di dalam maupun luar, sebagai suatu alat proses pemisahan dan penampungan, baik untuk pemisah minyak mentah, air dan gas atau fluida lainnya yang akan dipisahkan dalam bejana tekan ini juga akan mengendap secara gravitasi di dalam bejana tekan tersebut sehingga terpisah secara sendirinya. Adapun material atau bahan yang digunakan untuk membuat bejana tekan ini adalah pelat baja yang terlebih dahulu direncanakan dan dihitung ketebalan pelat yang akan digunakan dan spesifikasi material yang akan direncanakan didalam proses pabrikan pembuatan bejana tekan ini. Sistem penyambungan yang digunakan antara komponen yang satu dengan yang lainnya digunakan sistem pengelasan. Bejana tekan paling sering digunakan sebagai media penampung fluida cairan, uap air, atau gas pada tingkatan tekanan lebih besar dari tekanan udara. Bejana tekan menampung suatu unsur yang digunakan secara luas untuk berbagai aplikasi industri yang mencakup bahan kimia, farmasi makanan dan minuman, minyak dan bahan bakar, industri nuklir, dan industri plastik.

**Dimensi Bejana Tekan (Pressure Vessel)**

Dalam menentukan dimensi atau ukuran dari suatu bejana tekan, maka akan dibahas mengenai rumus-rumus yang berkaitan dalam menentukan ukuran atau dimensi dalam merencanakan suatu bejana tekan yaitu kapasitas, diameter, panjang, tebal dinding dan tebal dinding kepala bejana dari suatu bejana tekan.

Didalam kriteria perancangan bejana tekan ini ditentukan kriteria sebagai berikut :

1. Jenis bejana tekan = separator 3 Fasa.
2. Kapasitas produksi (V) = m<sup>3</sup>
3. Diameter (Di) = mm
4. Panjang (L) = mm
5. Tekanan Perencanaan (Pd) = bar = MPa
6. Tekanan operasi (Po) = bar = MPa
7. Max. tekanan test (Pi) = bar = MPa
8. Temperatur perencanaan (t) = °C
9. Temperatur operasi (ti) = °C
10. Corrosion Allowance (CA) = mm

**Kapasitas Bejana**

Kapasitas atau volume produksi yang dapat ditampung secara terus menerus oleh bejana tekan dengan diasumsikan terlebih dahulu diameter dan panjang bejana dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total Volume (V)} = 0.7854 \times D^2 \times L \dots [1]$$

**Panjang Bejana**

Panjang bejana tekan dapat dihitung berdasarkan asumsi atau perkiraan waktu aliran gas yang masuk sampai gas keluar, dengan waktu yang sama untuk besarnya butiran dengan ukuran diameter (Dp), jatuh dari atas bejana tekan ke permukaan cairan, sehingga untuk panjang separator bisa dicari dan diameter ini berfungsi untuk mengurangi kecepatan.

$$L = \frac{4 Q \alpha}{\pi V t D v} \dots [2]$$

**Ketebalan Dinding (Shell)**

Ketebalan badan dinding bejana yang mengalami tekanan internal tidak boleh lebih tipis dari pada nilai yang dihitung dari rumus berikut, disamping itu provisi harus dibuat untuk setiap beban lain, jika beban itu diperkirakan terjadi, untuk menghitung ketebalan dinding badan bejana maka dapat digunakan rumus sebagai berikut:

- 1) Jika yang diameter dalam yang digunakan, maka;

$$t = \frac{P R}{S E - 0.6 P} \dots [3]$$

- 2) Jika yang diameter luar yang digunakan, maka;

$$t = \frac{P R}{S E + 0.4 P} \dots [4]$$

**Ketebalan Dinding kepala bejana tekan**

Ketebalan dinding kepala bejana tekan terbentuk setengah lingkaran (*Sphere* dan *Hemispherical Head*) dapat kita cari dengan rumus sebagai berikut:

- 1) Jika yang diameter dalam yang digunakan, maka;

$$t = \frac{P R}{2 S E - 0.2 P} \dots [5]$$

- 2) Jika yang diameter luar yang digunakan, maka;

$$t = \frac{P R}{2 S E + 0.8 P} \dots [6]$$

Dimana :

R = Radius luar (mm)

Untuk Ketebalan dinding kepala bejana tekan terbentuk setengah lingkaran (*Ellipsoidal*) dimana perbandingan diameter (D) dan tinggi (h) adalah 2:1 dapat kita cari dengan rumus sebagai berikut :

- 1) Jika yang diameter dalam yang digunakan, maka;

$$t = \frac{P D}{2 S E - 0.2 P} \dots [7]$$

- 2) Jika yang diameter luar yang digunakan, maka;

$$t = \frac{P D}{2 S E + 1.8 P} \dots [8]$$

**Letak Posisi Saddle**

Untuk bejana tekan jenis separator agar kedudukannya seimbang, kuat, dan permanen, maka digunakan dua penyangga (*saddle*). Untuk merencanakan penyangga supaya lebih hemat dari segi material maka tidak usah menggunakan plat pengkaku (*stiffener ring*) bila tidak diperlukan. Bila separator cukup besar maka letak penyangga harus dekat dengan kepala bejana tekan. Penyangga bila menggunakan plat pengkaku, maka minimum dianjurkan menggunakan ASME adalah 120<sup>0</sup> terkecuali separator kecil menggunakan standar G-6  
A = minimum 0.2 x L

**Bahan Baku (Material) Bejana Tekan**

Secara umum pemilihan material harus berdasarkan kondisi layanan (*service*) dan MDMT/temperatur desain. Material bejana tekan biasanya berdasarkan spesifikasi dari *data sheet* dalam nama yang umum, dengan komposisi nominal atau dengan nama dagang. Dalam *data sheet* mekanik, bahan-bahan generik ini harus dibuat dengan material-material yang berdasarkan ASME/ASTM.

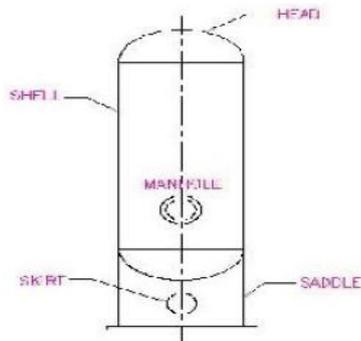
Spesifikasi ASME memiliki penunjukan numerik sama dengan spesifikasi ASTM, tetapi didahului oleh SA bukan A untuk bahan besi (misalnya; SA516-70) dan SB bukannya B untuk bahan non ferrous (misalnya; B424). Spesifikasi ASME harus sesuai dengan ASME Section II, bagian A.

### Klasifikasi Bejana Tekan

Klasifikasi bejana tekan di bagi menurut posisi atau tata letak bejana tekan yang terdiri dari dua macam posisi yaitu : posisi vertikal dan posisi horizontal.

#### 1. Posisi tegak (*vertical*)

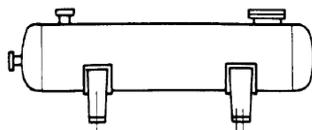
Posisi *vertical* yaitu posisi tegak lurus terhadap sumbu netral *axis*, dimana posisi ini banyak digunakan didalam instalasi anjungan minyak lepas pantai (*offshore*), yang mempunyai tempat terbatas.



Gambar 1. Bejana Tekan Vertical

#### 2. Posisi datar (*horizontal*)

Bejana tekan pada posisi horizontal banyak ditemukan dan digunakan pada ladang sumur minyak didarat karena mempunyai kapasitas produksi yang lebih besar.



Gambar bejana tekan horisontal

### Support Bejana Tekan

Support bejana tekan biasanya didukung oleh salah satu metode berikut:

1. *Skirt*
2. Support *legs*
3. Support *lugs*
4. *Ting girders*
5. *Saddles*

### Nosel-nosel (*nozzles*)

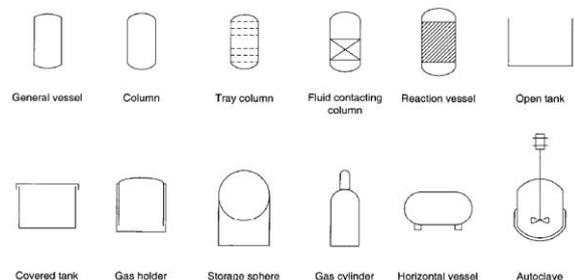
Biasanya, standar ASME B16.5 Pipa *flange* untuk diameter *nozzle* 24 in. (600mm) dan kurang atau ASME B16.47 Seri B *flange* baja berdiameter besar untuk diameter *nozzle* lebih dari 24 in (600mm), digunakan untuk nosel *flange*. *Flangenon* standar seperti ketebalan (*girth*) *flange* untuk shell dan tabung (*tube*) penukar panas akan desain sesuai Lampiran 2 dari ASME VIII divisi 1. Ketika *flange* standar dipilih, tidak ada perhitungan tambahan yang diperlukan.

*Self reinforcing* (SR) / *forged* nosel dianjurkan jika memenuhi salah satu dari berikut:

1. *Rating flange* 600 psi atau lebih tinggi
2. Ketebalan komponen shell lebih dari 2 inci (50mm).
3. Desain temperatur lebih 650°F (343.3°C)
4. Untuk servis suhu rendah maka dibutuhkan pengujian dengan *Charpy V-Notch* (*CV-impact*).

### Simbol-simbol peralatan tekanan

Simbol peralatan tekanan pada umumnya digunakan dalam gambar skematik dan proses dan instrumentasi diagram (P&ID). Ada banyak variasi berdasarkan British standard (BS), IS, dan American standard (ANSI).

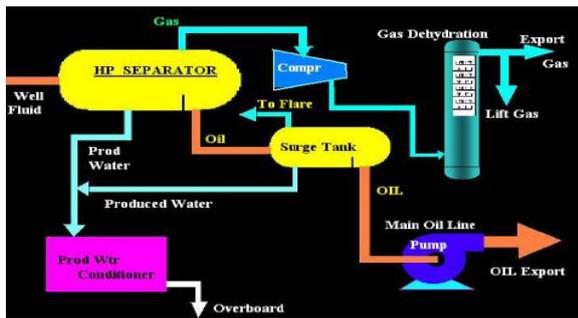


Gambar 2. Simbol-simbol Bejana tekan pada P&ID

## 2. METODOLOGI

### Prinsip Kerja Bejana Tekan 3 Fasa

Prinsip pemisahan dilakukan dengan mengubah kecepatan dan arah fluida dari sumur (*well*), sehingga cairan dan gasnya terpisah karena perbedaan densitas. Fluida yang lebih berat jatuh ke bawah dan yang lebih ringan diatas. Faktor yang mempengaruhi terjadinya pemisahan fluida karena adanya perbedaan densitas gas, minyak dan air.



Gambar 3. Prinsip Kerja Bejan Tekan

**Pembuatan Piping and instrument diagram P&ID.**

*Piping and Instrument Diagram* atau biasa disingkat P&ID adalah ilustrasi skematik yang mendetail mengenai hubungan fungsional perpipaan, instrumentasi dan komponen sistem peralatan di dalam suatu plant, misalnya pada *oil refinery plant, chemical plant, paper mill, atau cement plant*. P&ID adalah salah satu informasi penting mengenai semua komponen plant dalam fase desain, fase konstruksi, dan fase operasional. Pada fase desain, perancang pipa mengacu pada data-data dalam P&ID, standard, dan *work instruction* aturan tambahan yang berlaku dalam suatu proyek.

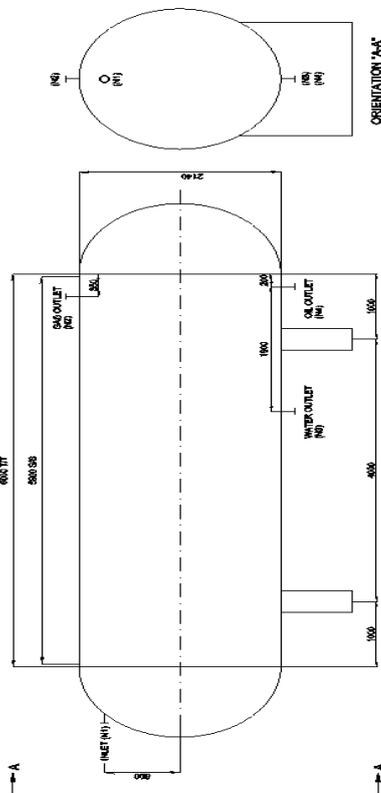
**Data Perancangan**

Desain data:

- Pi = Internal data pressure = 31 bar = 3,1 MPa
- Po = External data pressure = 1 atm = 1,01325 bar = 0,101325 Mpa
- Internal Temperature = 140<sup>0</sup>C = 413,15 K
- External temperature = 32<sup>0</sup>C (temperature ruangan) = 305,15 K
- D = Diameter = 2140 mm
- Panjang (T/T) = 6000 mm
- Panjang (S/S) = Panjang (T/T) – Welding Line = 6000 – 100 = 5900 mm
- Ca = Corrosion Allowance = 3 mm (Corrosion internal dan external masing-masing 3 mm)
- E = Joint Efficiency = 1
- Head type = 2:1 (ellipsoidal)
- Jenis support = Saddle
- Material *Shell* = SA-516 GR. 70 N
- Material *Heads* = SA-516 GR. 70 N
- Material *support* = SA-516 GR 70 / SA-283 GR. C
- Material *nozzles* = SA-106 GR. B
- S = Yield Stress untuk material SA-516 GR. 70 N = 137.90 N/mm<sup>2</sup> = 137.90 Mpa
- E = Joint Efficiency = 1 Type = WN (weld neck)

Tabel 1. Nozzle Schedule

No	Size	Rating	Type	Service
N1	203.2 (8")	300#	WN	INLET
N2	152.4 (6")	300#	WN	GAS OUTLET
N3	152.4 (6")	300#	WN	WATER OUTLET
N4	152.4 (6")	300#	WN	OIL OUTLET

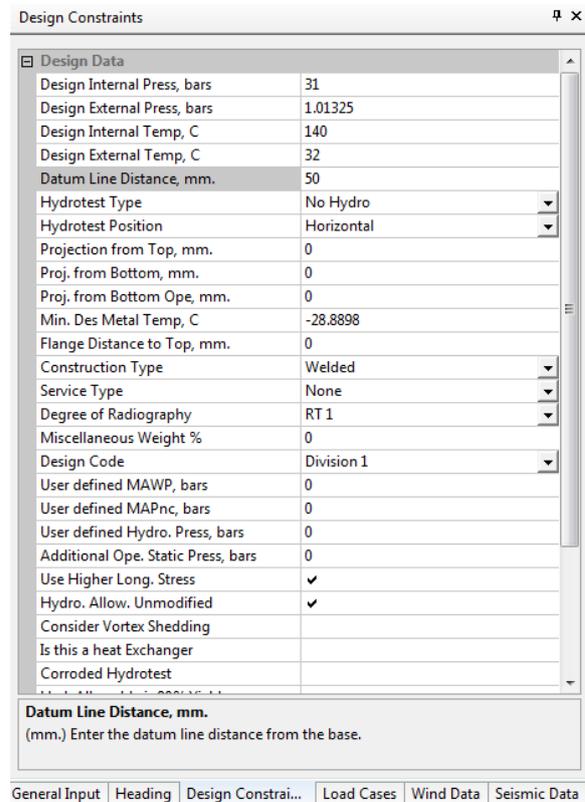


Gambar 4. Vessel Sketch

Tabel 2. Data Sheet Bejana Tekan

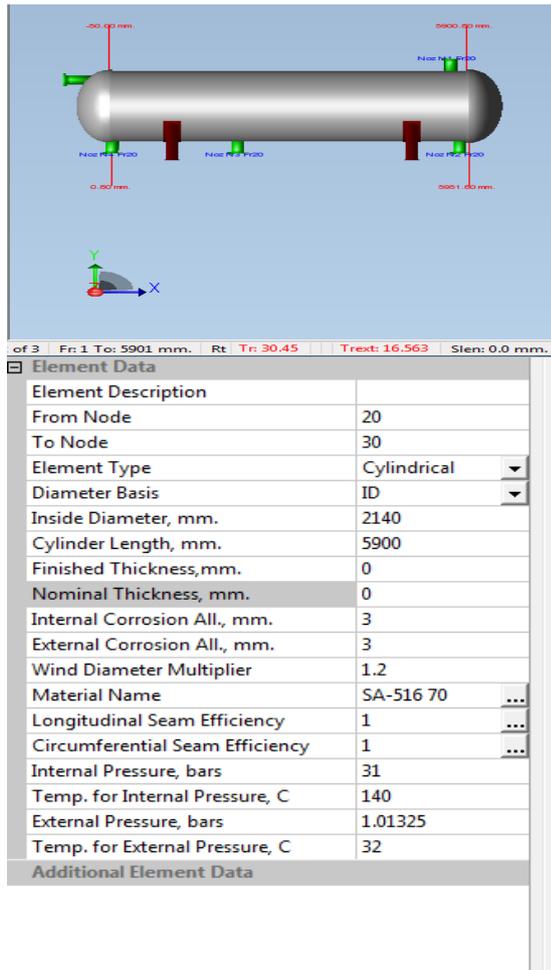
PRESSURE VESSEL DATA SHEET			Document No.:	2005-4129-1M-0001
Equipment Title:		TEST SEPARATOR	Revision:	G
Equipment Tag No.:		MBD-2950	Sheet:	3 OF 8
1	Manufacturer		Service	HYDROCARBON GAS, LIQUID + WATER
2	Quantity	ONE	Location	WHP-B
3	<input checked="" type="checkbox"/> Horizontal <input type="checkbox"/> Vertical		Code Stamp	YES
DESIGN DATA		OPERATING CONDITIONS		
4	Code	ASME Sect. VIII DIV. 1	Gas Composition	SEE PAGE 6
5	Specifications	2005-4100-1L-0001	Specific Gravity of Contents	SEE PAGE 6
6	Length (Tangent to Tangent)	m m 6,000 NOTE 5	Operating Pressure	bar g 15.1-19.6
7	Internal Diameter	m m 2,140 NOTE 5	Operating Temperature	°C 115 - 125
8	Shell Thickness (Min.)	m m VTA	Operating Liquid Level	m SEE PAGE 7
9	Head Thickness (Min.)	m m VTA	Normal Liquid Volume (at NLL)	m <sup>3</sup> Note 25
MATERIALS (REFER TO SPECIFICATION)				
10	Design Pressure	bar g 31.0	Shell	SA-516 GR. 70N
11	Vacuum Design	bar g FULL	Heads	SA-516 GR. 70N
12	Design Max. Temperature	°C 140	Cladding	NONE
13	Design Min. Temperature	°C Note 29	Ext. Nozzle Necks	SA-106 GR. B
14	Joint Efficiency (Shell / Head)	1.0	Ext. Flange / Forgings	SA-105N
15	Seismic Loads (Horz. / Vert.)	g N/A	Ext. Flange Bolting	SA-193 GR B7 / SA-194 GR. 2H
16	Wind Load	m/s Note 30		PTFE COATED
17	Blast Loads	bar g N/A	Gaskets	316 SS + GRAPHITE FILLED
18	Slug Loads	bar g N/A	Internals	316 L SS
19	Transportation load	Note 26	Int. Nozzle Necks / Flanges	316 L SS (Note 42)
20	Design Life	years 20	Int. Bolting	316 SS
21	Corrosion Allowance (Int.)	mm 3	Int. Attachments	316 L SS
22	Support Type	SADDLES	Ext. Attachments	SA-516 GR. 70N
23	Head Type	2:1 ELLIPSOIDAL	Supports	SA-516 GR. 70 / SA-283 GR.C
24	Hand Holes	N/A	Nameplate	316 SS
25	Insulation	YES - (51 MM HC)	Anodes	Al Alloy (Note 9)
26	Cleats for Personnel Protection	<input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No		
27	Clips for Pipe Supports	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No		
28	Insulation Supports	Note 31 <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	FABRICATION & INSPECTION	
29	Lifting Lugs	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Inspection Authority	ASME Authorized Inspector + VIRES (CERTIFICATION)
30	Stiffeners	Note 36 <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Post Weld Heat Treatment	PER CODE & SPEC.
31	Earthing Bosses	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Special Heat Treatment	PER CODE & SPEC.
32	Manhole Covers	<input type="checkbox"/> Hinged <input checked="" type="checkbox"/> with Davit	Material Impact Test	PER CODE & SPEC.
33	INTERNAL DETAILS		Material NDT	PER CODE & SPEC.
34	Inlet Diverter	Note 18 <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Material Cut Edges NDT	100 % MPI
35	Mist Eliminator	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Radiography	100%
36	Adjustable weir	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Magnetic Particle	PER CODE & SPEC.
37	Vortex Breaker	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Dye Penetrant	PER CODE & SPEC.
38	Oil Bucket	<input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No	Ultrasonic	PER CODE & SPEC.
39	Trays	<input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No	Hydrostatic Test	bar g VTA
40	Sand Jets	Note 27 <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No	PROTECTIVE COATING (NOTE 4)	
41	Sand Jet Piping	Note 27 <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No	External Coating	SYSTEM - 2
42	Special Internals	<input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No	Internal Coating	SYSTEM - 11 (a)
43	Specify:	HEATING PIPE & ANODES (NOTE 9, Note 42)		
MAWP & MAP		WEIGHTS		
44	MAWP at Design Temperature	bar g Note 23	Empty (Erection)	kg Note 23
45	Limited by:	Note 23	Operating	kg Note 23
46	MAP at New & Cold	bar g Note 23	Hydrotest	kg Note 23
47	Limited by:	Note 23	Loose Internals	kg Note 23

Tahap Desain Bejana tekan  
Perencanaan dengan PV Elite  
Memasukan data-data diatas ke dalam Desing data pada PV elite



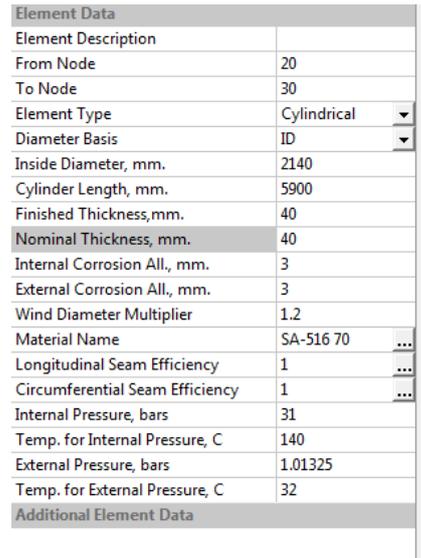
Gambar 5. Input Data

- Menentukan ketebalan shell  
Setelah data dimasukan maka memasukkan angka ketebalan dari shell yang dibutuhkan. Pada gambar dibawah, ketebalan dari shell belum mencukupi karena terdapat warna merah pada Tr dan Trext.



Gambar 6. Menentukan Ketebalan Shell

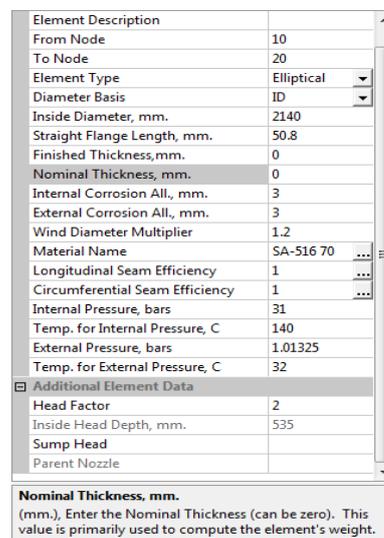
Ketebalan *shell* harus lebih besar dari nilai  $T_r$  dan  $T_{r_{ext}}$ , dimana  $T_r = 30,45$  dan  $T_{r_{ext}} = 16,563$ . Disini penulis memasukan ketebalan *shell* adalah 40 mm. Setelah penulis mengganti ketebalan menjadi 40, maka nilai  $T_r$  dan  $T_{r_{ext}}$  berubah warna menjadi hitam, dimana nilai 40 sudah mencukupi untuk ketebalan dari *shell*.



Gambar 7. Setelah Mengganti Ketebalan Shell

## 2. Menentukan ketebalan head

Untuk ketebalan *head* terdapat ketebalan untuk ketebalan *finished* (akhir) dan ketebalan *nominal* (*nominal thickness*) terdapat perbedaan pada ketebalan, dimana ketebalan nominal lebih besar karena adanya proses lengkungan (*bending*) pada pelat tersebut.



Gambar 8. Menentukan Ketebalan Head

Setelah diketahui minimal ketebalan *head* adalah ketebalan minimal dari  $T_r$  dan  $T_{r_{ext}}$  dimana  $T_r$  adalah 30.18 sedangkan  $T_{r_{ext}}$  0,531, maka penulis menentukan ketebalan akhir (*finished thickness*) adalah 40 mm dan ketebalan nominal (*nominal thickness*) adalah 50 mm.

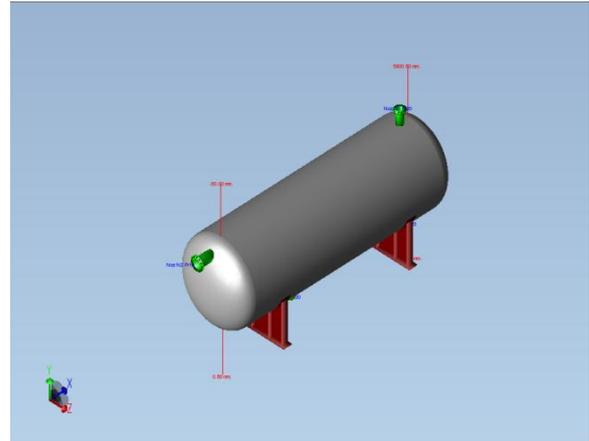
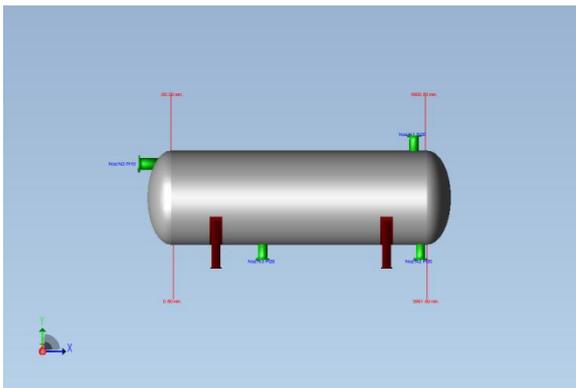
Setelah penulis mengganti ketebalan tersebut maka nilai  $T_r$  dan  $T_{r_{ext}}$  menjadi normal dan nilai tersebut

Element Description	
From Node	10
To Node	20
Element Type	Elliptical
Diameter Basis	ID
Inside Diameter, mm.	2140
Straight Flange Length, mm.	50.8
Finished Thickness, mm.	40
Nominal Thickness, mm.	50
Internal Corrosion All., mm.	3
External Corrosion All., mm.	3
Wind Diameter Multiplier	1.2
Material Name	SA-516 70
Longitudinal Seam Efficiency	1
Circumferential Seam Efficiency	1
Internal Pressure, bars	31
Temp. for Internal Pressure, C	140
External Pressure, bars	1.01325
Temp. for External Pressure, C	32
Additional Element Data	
Head Factor	2
Inside Head Depth, mm.	535
Sump Head	
Parent Nozzle	

Gambar 9. Mengganti Ketebalan Head

### 3. Menentukan posisi *support (saddle)*.

Data gambar *vessel sketch* diketahui dimana letak *saddle* adalah 1000 mm dari *shell* atau sesuai dengan rumus =  $\min. 0,2 \times L =$  dimana  $L = 4000$  mm,  $A = \min. 0,2 \times 4000 = 800$  mm (1000 mm lebih dari 800 mm)



Gambar 10. Hasil pemodelan 3D dari PV Elite

### 3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan perencanaan dengan aplikasi dari PV Elite dan juga perhitungan manual (teoritis) dapat disimpulkan bahwa dengan material SA-516 GR. 70 N dengan panjang yang telah ditentukan adalah 6000mm dan tinggi 2140 mm maka didapat hasilnya adalah :

1. Berdasarkan hasil dari masing-masing perhitungan Tabel Hasil dari *PV Elite* dan Perhitungan manual:

	Ketebalan Head	Ketebalan Shell	Tekanan Maksimal Head	Tekanan Maksimal Shell
PV Elite	30,1739 mm	30,4523 mm	5,1356 MPa	5,0418 MPa
Manual	29,58 mm	29,84 mm	3,9664 MPa	3,910208 MPa

2. Perhitungan menurut situs [www.red-bag.com](http://www.red-bag.com) untuk ketebalan *Head* adalah 17,56 mm dan tekanan maksimalnya adalah 11,73 MPa, sedangkan untuk ketebalan *Shell* adalah 29,38 mm dan tekanan maksimalnya adalah 5,77 MPa.
3. Untuk volume total yang didapat dari perhitungan manual adalah 21,5699 m<sup>3</sup>, sedangkan dari berdasarkan perhitungan HAT International volumenya adalah 24,15 m<sup>3</sup>.

Terdapat beberapa hal yang dapat diusulkan, adalah:

- a. Dengan adanya aplikasi PV Elite memudahkan untuk mendesain suatu bejana tekan untuk mengetahui ketebalan, beban dan tekanan yang diperbolehkan pada bejana tekan.
- b. Dengan banyaknya aplikasi untuk mendesain bejana tekan kemungkinan hasilkan berbeda secara tepat atau sama,

setidaknya apa yang didapat tidak berbeda jauh antara aplikasi yang satu dengan yang lainnya.

- c. Hasil yang didapat dari PV Elite belum sama atau sesuai dengan hasil yang di dapat dari vendor, tetapi desain yang didapat dari perhitungan PV Elite sudah mengacu pada ASME VIII Div. 1.

#### **Daftar Pustaka**

Ball, Bruce E., Will J. Carter. *CASTI Guidebook to ASME Section VIII Div.1-Pressure Vessel-Third Edition*. 2002.

Kohan, Anthony L. *Pressure Vessel System A User's Guide To Safe Operations And Maintenance*. 1987

Mathews, Clifford. *Engineers' Guide o Pressure Equipment*. 2001.

Megyesy, Eugene F., Paul Buthod. *Pressure Vessel Handbook-Tenth Edition*. 1997.

*Pipe Flanges And Flanged Fittings*. An American National Standard. 1996