

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perancangan**

Perancangan merupakan suatu proses untuk menciptakan bentuk melalui sketsa dari yang wujudnya belum ada menjadi nyata dengan tujuan tertentu. Perancangan ini dibuat tidak hanya sekedar tampak menarik, tetapi harus memikirkan faktor ekonomis dan keamanannya. Manfaat perancangan ini memberikan gambaran rancangan bangun yang lengkap sebelum alat dibuat.

Berdasarkan pernyataan dari teori perancangan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa perancangan merupakan suatu tahapan yang memiliki tujuan untuk menghasilkan suatu pola yang berguna untuk memenuhi kebutuhan pada saat tahap analisis.

##### **2.1.1 Tujuan Perancangan**

Tujuan dari perancangan adalah untuk mengurangi biaya yang dikeluarkan dalam proses fabrikasi dengan tetap menjaga kualitas dan menambah produktifitas. Perancangan berada diantara desain suatu produk dan tahap fabrikasi produk. Perancangan menjadi sangat penting, teliti dan butuh penanganan khusus dalam mencapai tujuannya<sup>[5]</sup>. Untuk mencapai tujuannya, desainer harus dapat memenuhi kriteria berikut:

1. Dapat menyiapkan suatu alat sederhana dan mudah saat pengoperasian.
2. Meminimalisir biaya fabrikasi dengan menggunakan part dengan biaya yang rendah.
3. Merancang sebuah alat yang dapat mengurangi kesalahan penggunaan.

4. Penentuan material yang sesuai agar dapat digunakan sesuai umur pakai perancangan.
5. Memberikan keselamatan operator dan lingkungan sekitar dengan faktor keamanan yang tinggi.

## 2.2 Minyak dan Gas Bumi

Minyak dan gas bumi adalah sumber daya alam yang banyak tersimpan dibawah permukaan bumi berupa zat cair dan zat gas. Minyak dan gas bumi disebut reservoir karena terdapat didalam celah batuan suatu kolam di perut bumi. Minyak dan gas bumi memiliki unsur senyawa yang kompleks yaitu, unsur senyawa atom hydrogen (H) dan karbon (C), sehingga dalam ilmu kimia disebut senyawa hidrokarbon ( $C_xH_y$ ). Dalam produksi minyak dan gas bumi terdapat jenis-jenis peralatan yang memiliki fungsi berbeda seperti,

1. *Knock Out Drum*, berfungsi sebagai alat pemisah campuran kondensat dan gas.
2. *Production Tank*, berfungsi sebagai tempat menampung minyak bumi yang dari hasil pemisahan..
3. *Liquid Transfer Pump*, berfungsi mengalirkan fluida dari *knock out drum* ke tanki produksi
4. *Gas Compressor*, berfungsi untuk menghisap gas bertekanan rendah menjadi gas bertekanan menengah atau tinggi.
5. *Production Separator*, berfungsi sebagai alat pemisah gas, cairan dan minyak yang berasal dari sumur produksi.
6. *Gas Scrubber*, berfungsi sebagai alat pemisah butir cairan yang terkandung dalam gas hasil pemisalahan pertama.

7. *Air Receiver*, berfungsi sebagai tempat penyimpanan udara, udara yang disimpan ini dapat digunakan sebagai suplai alat instrumentasi.
8. *Water Tank & Water Pump*, berfungsi sebagai tempat penyimpanan air bersih dan untuk mengalirkan air apabila terjadi kebakaran.

Dari berbagai macam peralatan diatas, penulis melakukan perancangan alat memisahkan fluida yaitu separator.

### 2.3 Separator

Separator merupakan alat dengan bentuk tabung yang bertekanan dan bertemperatur tertentu yang berguna untuk memisahkan dua zat yaitu air dan minyak atau tiga zat yaitu air, minyak dan gas yang memiliki densitas berbeda. Hal ini menyebabkan perlunya dilakukan perancangan dalam setiap pembuatan bejana tekan separator. Dalam perancangan separator harus di evaluasi menggunakan bantuan komputer yaitu dengan *software PV Elite*.

Dalam penggunaannya, separator digunakan sebagai alat pemisah fraksi minyak dan air, yang kemudian hasilnya dapat digunakan atau dapat di distribusikan kepada perusahaan yang menggunakan hasil pemisahan separator tersebut. Tergantung pada jenis separator, pemisahan separator dapat dilakukan dengan beberapa cara, mengikuti prinsip pemisahan yaitu sebagai berikut:

- Gravitasi (*gravity setteling*)

Gaya gravitasi sebagai pemisah utama fase,yang dapat menyebabkan gas dan cairan terpisah karena perbedaan densitas.

- Gaya sentrifugal

Gaya sentrifugal yang membuat fluida berputar untuk memisahkan gas dan cairan, cairan turun ke *outlet* cairan, dan gas naik ke *outlet* gas.

- Efek baffle

Aliran cairan menyebar ketika menyentuh baffle, dan mengarahkan aliran ke *outlet*

- Saringan (*screen/mist extraction*)

Cairan dalam bentuk kondensat dan air terperangkap saat melewati eliminator dan jatuh ke saluran keluarnya cairan. Cairan lebih cepat jatuh ke pengumpul cairan.

Proses pemisahan cairan dari gas membutuhkan waktu sekitar 30 hingga 60 detik.

Dalam dunia industri, partisi dapat dibedakan menurut bentuk, letak dan fungsinya.

### 2.3.1 Jenis – Jenis Separator

Setiap sumur produksi dapat menghasilkan jenis minyak, gas, dan air yang berbeda. Hal ini menyebabkan perancangan sebuah separator mengacu pada hasil dominan dari sumur. Terdapat tiga jenis separator yang dapat menampung dan memisahkan fluida. Terdapat kelebihan dan kekurangan dari setiap jenis separator, Adapun jenis separator yaitu:

#### 1. Separator Horisontal

Separator ini sangat efektif dalam hal memisahkan fluida yang memiliki *Gas Liquid Ratio* (GLR) tinggi serta mengandung busa. Jenis dari separator ini masih terbagi dalam dua jenis yaitu tipe *single tube horizontal separator* dan *double tube horizontal separator*.

Kelebihan separator horisontal:

- Memiliki efisiensi yang lebih baik dibandingkan *vertical separator*.
- Dapat didisain untuk satu *inlet* dan dua *outlet* (*outlet liquid & outlet water*).
- Lebih mudah pada saat mendesain untuk separator tiga fasa.
- Lebih baik untuk menampung cairan dengan volume yang besar.

Kelemahan separator horisontal:

- Diperlukan area yang lebih besar bila dibandingkan dengan separator vertikal.
- Tidak cocok digunakan untuk menampung fluida yang ber-rasio gas.



Gambar. 2.1 *Horizontal Separator*

## 2. Separator Vertikal

Separator ini biasanya digunakan untuk memisahkan fluida yang rasio gas produksi yang memiliki *Gas Liquid Ratio* (GLR) rendah atau kandungan padatan yang tinggi.

Kelebihan separator vertikal:

- Dapat di area yang kecil sehingga tidak sebesar separator horisontal.
- Lebih mudah untuk pengeontrolan cairan.
- Lebih mudah dibersihkan
- Lebih efisien untuk memisahkan fraksi gas dibandingkan dengan jenis separator horisontal.

Kelemahan separator vertikal:

- Tidak cocok untuk penggunaan separator tiga fasa.
- Tidak cocok untuk rasio liquid yang tinggi.



Gambar. 2.2 *Vertical Separator*

### 3. Separator Bulat

Jenis separator ini memiliki keterbatasan kapasitas dalam pemisahan gas dan minyak sehingga umumnya digunakan untuk memisahkan zat yang memiliki *Gas Liquid Ratio* (GLR) kecil hingga sedang, tetapi dapat beroperasi pada tekanan tinggi.

Kelebihan separator bulat:

- Memiliki harga yang paling rendah dibanding separator vertikal dan separator horisontal.
- Lebih mudah dibersihkan.

Kelemahan separator bulat:

- Kerumitan dalam sistem pengontrol cairan.
- Memiliki kapasitas dan ruang pemisah lebih kecil.



Gambar. 2.3 *Spherical Separator*

Selain perbedaan bentuk separator juga dapat dibagi berdasarkan tekanan kerja, yaitu:

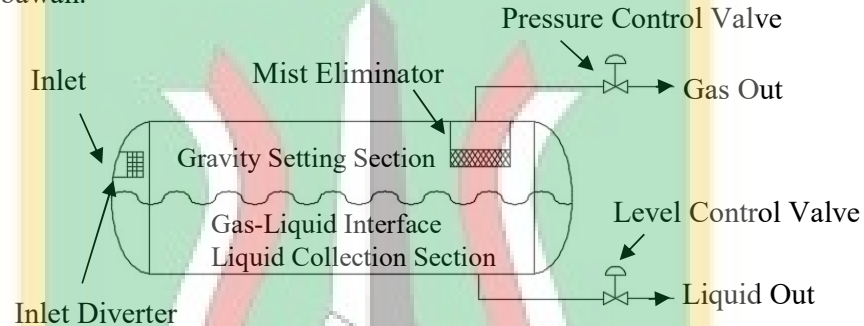
- *Low Pressure* (LP) Separator : 10 – 225 Psi
- *Medium Pressure* (MP) Separator : 230 – 700 Psi
- *High Pressure* (HP) Separator : 650 – 1500 Psi

### 2.3.2 Fasa Pemisahan Separator

Pada proses pemisahan liquid dilakukan sesuai dengan berat massa jenis zat tersebut, seperti pada campuran minyak dan air, maka yang akan berada pada bagian atas adalah minyak sedangkan air berada pada bagian bawah. Gas yang mempunyai massa jenis yang lebih ringan akan memerlukan waktu yang singkat untuk dipisahkan dalam separator. Minyak yang memiliki berat massa jenis  $\frac{3}{4}$  dari berat air membutuhkan waktu untuk melakukan pemisahan sekitar 40 sampai 700 detik. Fasa pemisahan separator dibedakan menjadi dua fasa dan tiga fasa, yaitu:

## 1. Separator dua fasa

Proses pemisahan yang memiliki campuran yang terdiri dari dua jenis liquid (gas, minyak maupun air). Misalnya, pada hasil destilasi minyak bumi maka akan dihasilkan fraksi gas, kemungkinan besar fraksi tersebut mengandung air, maka dilakukan pemisahan dengan separator dua fasa dimana air akan berada pada bagian bawah sedangkan gas akan berada pada bagian atas, sehingga lebih mudah untuk dikeluarkan melalui pipa atas maupun pipa bawah.

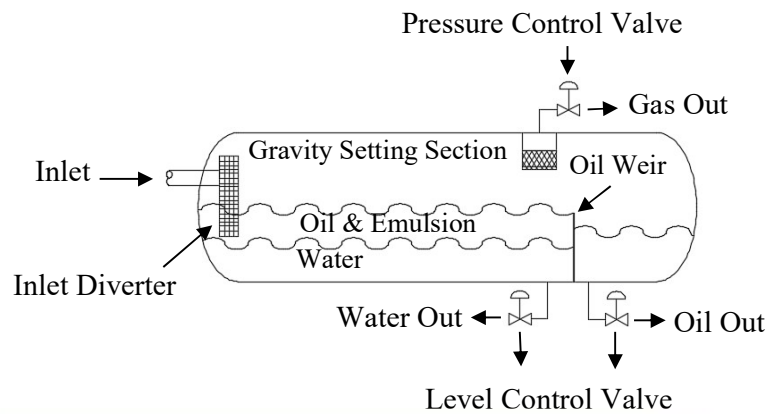


Gambar. 2.4 Separator Dua Fasa

## 2. Separator tiga fasa

Proses pemisahan yang memiliki campuran yang terdiri dari tiga jenis *liquid*. Misalnya, pada hasil pengeboran sumur minyak memiliki campuran antara tiga jenis *liquid* yaitu air, *crude oil* dan gas alam. Maka digunakan pemisahan dengan separator tiga fasa, dimana air lebih berat maka berada pada bagian bawah, minyak bumi pada bagian tengah dan gas pada bagian atas, sehingga proses pemisahan campuran *liquid* tersebut lebih mudah untuk dilakukan.





Gambar. 2.5 Separator Tiga Fasa

### 2.3.3 Material Separator

Material separator adalah bagian utama dalam pembuatan separator. Dalam perancangan separator, material ini sangat penting karena dapat mempengaruhi umur guna separator, kekuatan separator, dan harga separator. Spesifikasi material separator dapat ditentukan dengan kondisi fluida hasil sumur produksi. Jenis material yang sering digunakan dalam perancangan separator seperti sebagai berikut:

1. ASTM A240 304

A240 adalah spesifikasi standar untuk pelat, lembaran, dan strip baja tahan karat kromium dan kromium-nikel untuk bejana tekan dan untuk aplikasi umum. Tipe 304 adalah salah satu tipe material, tipe material ini mengandung kromium 18% sampai 20% dan nikel 8% sampai 10,5% sebagai konstituen non-besi utama. Material ini bersifat magnetis, tetapi kurang magnetis dibanding dengan baja lainnya. Kelebihan material ini adalah memiliki ketahanan korosi yang tinggi dibandingkan dengan baja biasa dan banyak digunakan karena mudah dibentuk.

## 2. ASTM A283 Gr. C

Pelat baja ini mempunyai karakteristik tahan terhadap tekanan dan sering digunakan untuk pembuatan tangki skala kecil. Material ini mengandung karbon sebesar 0,24%, mangan sebesar 0,90%, fosfor sebesar 0,03%, sulfur sebesar 0,03% dan tembaga sebesar 0,20%

## 3. ASTM A36

Pelat baja ASTM A36 adalah produk baja yang sering digunakan pada produk baja batang bulat, batang sudut dan bagian baja seperti balok-I, balok H. Material ini mengandung karbon rendah kurang dari 0,3% sangat lunak untuk dilakukan pembentukan. Material ini mengandung tembaga sebesar 0,2%, besi sebesar 98%, mangan sebesar 1,03%, fosfor sebesar 0,040%, silikon sebesar 0,28% dan sulfur sebesar 0,05%.

## 4. ASTM A516 Gr 70

Pelat ASTM A516 Gr 70 juga disebut sebagai ASME SA516 Gr 70. A516 adalah spesifikasi standar untuk pelat bejana tekan, baja karbon sedang dan untuk suhu rendah. Pelat material ini mengandung karbon sebesar 0,27%, silikon sebesar 0,13%-0,45%, mangan sebesar 0,79%-1,30%, fosfor sebesar 0,035% dan sulfur sebesar 0,035%.

### 2.3.4 Bagian - Bagian Separator

Separator ini merupakan potongan pelat baja yang telah dibentuk dan direncanakan sebelumnya dan juga penentuan ketebalan pelat yang digunakan telah diperhitungkan sebelumnya. Spesifikasi material yang digunakan harus sesuai dengan desain perancangan separator, sistem yang digunakan untuk menyambung bagian satu sama lain adalah sistem pengelasan. Untuk

mendapatkan kekuatan sambungan las yang baik, dalam pemilihan material yang digunakan untuk merancang separator harus memenuhi persyaratan yang tertulis dalam UG-4 hingga UG-15 dan harus memiliki kemampuan las yang baik (UW-5 ASME). Juga, bahan yang ditekan karena tekanan harus mematuhi salah satu kode yang terkandung dalam ASME Bagian II dan harus dibatasi pada yang diizinkan di Bagian C (UG-4(a), ASME)<sup>[6]</sup>. Suhu desain tidak boleh lebih rendah dari suhu logam rata-rata dari seluruh tebalnya yang mungkin terjadi pada saat operasi separator tersebut (UG-20(a), ASME) dan tidak boleh melebihi suhu maksimal yang tertera dalam setiap spesifikasi dan grade material untuk harga tegangan tarik izin maksimum yang diberikan dalam tabel Material Section II Part D(UG-23)<sup>[7]</sup>. Adapun bagian bagian separator yaitu:

#### 1. Head

Salah satu bagian dari separator adalah *head* yang berarti kepala separator. Proses pembuatan head yaitu dengan cara dibentuk. Material pelat yang sudah diukur akan dibentuk sesuai dengan ukuran *shell*. Pada pembuatan separator terdapat berbagai macam jenis *head* yang memiliki fungsi masing masing. Berikut jenis jenis *head* atau kepala separator yaitu:

- Elliptical (Ellipsoidal head)

*Ellipsoidal head* adalah jenis yang paling umum, *head* ini dibentuk sesuai dengan namanya yaitu elips. *Head* jenis ini kurang efisien dalam menahan tekanan dibandingkan dengan *hemispherical*, tetapi biaya pembuatan *ellipsoidal head* lebih murah dibandingkan dengan *hemispherical*. *Ellipsoidal head* dapat digunakan pada tekanan lebih dari 10 bar atau 145 Psi. Ketebalan minimum dinding *ellipsoidal head* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

1) Berdasarkan diameter dalam, maka;

$$t = \frac{PD}{2.S.E-0,2.P} \quad (2.1)$$

Dimana,

t = Tebal dinding, mm

P = Tekanan desain, Psi

D = Diameter dalam, mm

S = Nilai tegangan material, Psi

E = Efisiensi sambungan

2) Berdasarkan diameter luar, maka;

$$t = \frac{PD}{2.S.E+1,8.P} \quad (2.2)$$

Dimana,

t = Tebal dinding, mm

P = Tekanan desain, Psi

D = Diameter dalam, mm

S = Nilai tegangan material, Psi

E = Efisiensi sambungan

▪ Hemispherical Head

*Hemispherical head* merupakan jenis *head* yang mampu menahan tekanan dua kali lebih besar dibandingkan *torispherical head* walaupun dengan ketebalan material dinding yang sama. Pada saat pembuatannya, biaya yang diperlukan untuk membuat *head* jenis ini relatif mahal. *Head* jenis ini dapat digunakan untuk aplikasi pada tekanan tinggi. Ketebalan minimum dinding *hemispherical head* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

1) Berdasarkan diameter dalam, maka;

$$t = \frac{PR}{2.S.E - 0.2.P} \quad (2.3)$$

Dimana,

t = Tebal dinding, mm

P = Tekanan desain, Psi

R = Diameter dalam, mm

S = Nilai tegangan material, Psi

E = Efisiensi sambungan

2) Berdasarkan diameter luar, maka;

$$t = \frac{PR}{2.S.E + 0.8.P} \quad (2.4)$$

Dimana,

t = Tebal dinding, mm

P = Tekanan desain, Psi

R = Diameter dalam, mm

S = Nilai tegangan material, Psi

E = Efisiensi sambungan

- Conical Head

Jenis *head* ini banyak digunakan sebagai penutup bawah dari beberapa peralatan proses seperti *pig launcher* dan *pig receiver*. Kelebihan khusus dari *conical bottom head* adalah untuk akumulasi dan menyingkirkan padatan yang berasal dari dalam sumur yang terbawa oleh lumpur.

Ketebalan minimum dinding *conical head* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

1) Berdasarkan diameter dalam, maka;

$$t = \frac{PD}{2 \cos \alpha (SE - 0,6.P)} \quad (2.5)$$

Dimana,

t = Tebal dinding, mm

P = Tekanan desain, Psi

D = Diameter dalam, mm

S = Nilai tegangan material, Psi

E = Efisiensi sambungan

2) Berdasarkan diameter luar, maka;

$$t = \frac{PD}{2 \cos \alpha (SE + 0,4.P)} \quad (2.6)$$

Dimana,

t = Tebal dinding, mm

P = Tekanan desain, Psi

D = Diameter dalam, mm

S = Nilai tegangan material, Psi

E = Efisiensi sambungan

$\alpha$  = Setengan dari sudut yang disertakan

- Torispherical Head

*Head* ini adalah jenis yang paling umum digunakan. Berbentuk elips tetapi lebih mudah pada saat pembuatan dan relatif murah. *Head* ini mampu menahan tekanan operasi hingga 15 bar / 217 Psi. Namun, pada tekanan lebih dari 10 bar nilai keekonomisan *torispherical* menjadi lebih kecil

dibandingkan dengan *ellipsoidal*. Ketebalan minimum dinding *torispherical head* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

1) Berdasarkan diameter dalam, maka;

$$t = \frac{0,885PL}{S.E-0,1.P} \quad (2.7)$$

Dimana,

t = Tebal dinding, mm

P = Tekanan desain, Psi

L = Radius dalam pelat, mm

S = Nilai tegangan material, Psi

E = Efisiensi sambungan

2) Berdasarkan diameter luar, maka;

$$t = \frac{0,885PL}{S.E+0,8.P} \quad (2.8)$$

Dimana,

t = Tebal dinding, mm

P = Tekanan desain, Psi

L = Radius dalam pelat, mm

S = Nilai tegangan material, Psi

E = Efisiensi sambungan

## 2. Shell

*Shell* adalah bagian terpenting yang berisi cairan bertekanan. Secara umum, ada dua jenis *shell* yang tersedia, yaitu *shell* silinder dan *spherical shell*.

Tetapi *shell* sering digunakan dalam desain separator adalah *shell* silinder. Ketebalan *shell* dipengaruhi oleh tekanan desain. Tekanan desain dibagi menjadi tekanan desain internal dan tekanan desain eksternal. Untuk menentukan ketebalan *shell*, diperhatikan pada beban yang terjadi pada *shell* dan bagian silinder yang menembus *shell*. Ketebalan minimum dinding *shell* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

- 1) Berdasarkan diameter dalam, maka;

$$t = \frac{PR}{S.E - 0,6.P} \quad (2.9)$$

Dimana,

t = Tebal dinding, mm

P = Tekanan desain, Psi

R = Diameter dalam, mm

S = Nilai tegangan material, Psi

E = Efisiensi sambungan

- 2) Berdasarkan diameter luar, maka;

$$t = \frac{PR}{S.E + 0,4.P} \quad (2.10)$$

Dimana,

t = Tebal dinding, mm

P = Tekanan desain, Psi

R = Diameter dalam, mm

S = Nilai tegangan material, Psi

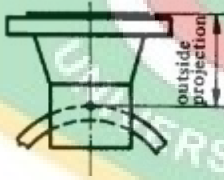


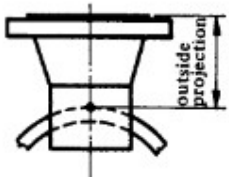
E = Efisiensi sambungan

### 3. Nozzle

*Nozzle* adalah komponen silinder yang menembus pada bagian dalam *shell* dan *head* dengan cara dilas. *Nozzle* digunakan dalam beberapa macam seperti sebagai bukaan untuk alat instrumentasi, keluar masuknya manusia pada saat melakukan *maintenance (manhole)* dan untuk keluar masuknya fluida. *Nozzle* memiliki ukuran bervariasi mulai dari 2 inch sampai lebih dari 24 inch. Pada beberapa *pressure rating* yang berbeda terdapat *minimum extension of openings* yaitu dari *outside diameter* vessel sampai ke ujung *flange nozzle*. Ditunjukkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Projection Minimum Nozzle*<sup>[8]</sup>.

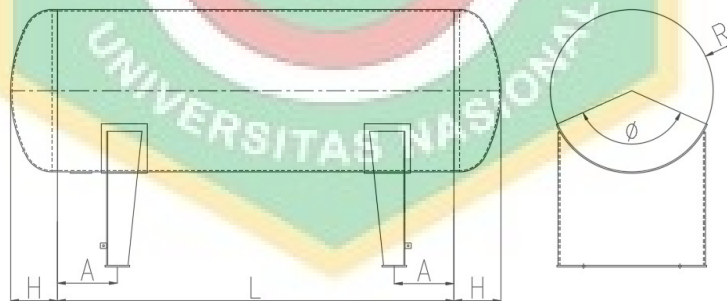
<b>Welding neck flange</b>							
	Nom. Pipe size	Pressure rating of flange LB					
		150	300	600	900	1500	2500
	2	6	6	6	8	8	8
	3	6	6	8	8	8	10
	4	6	8	8	8	8	12
	6	8	8	8	10	10	14
	8	8	8	10	10	12	16
	10	8	8	10	10	14	20
	12	8	8	10	10	16	22
	14	8	10	10	10	16	
	16	8	10	10	10	16	
	18	10	10	12	12	18	
	20	10	10	12	12	18	
	24	10	10	12	12	20	
<b>Slip on flange</b>							
	Nom. Pipe size	Pressure rating of flange LB					
		150	300	600	900	1500	2500

	2	6	6	6	8	8	8
	3	6	6	8	8	8	10
	4	6	8	8	8	10	10
	6	8	8	8	10	12	12
	8	8	8	10	10	12	12
	10	8	8	10	12	12	14
	12	8	10	10	12	12	16
	14	10	10	10	12		
	16	10	10	12	12		
	18	10	10	12	12		
	20	10	10	12	12		
	24	10	12	12	12		

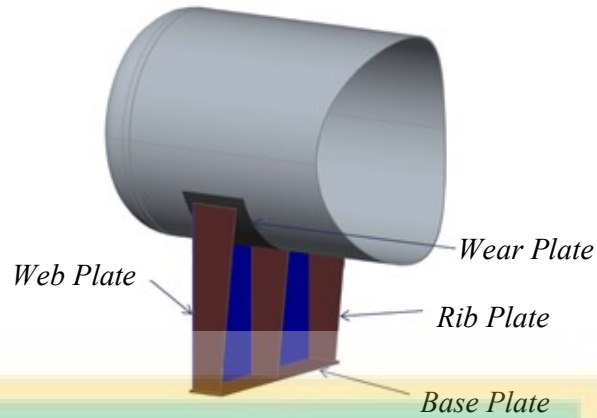
#### 4. Saddle

*Saddle* adalah jenis *support* yang digunakan untuk menyangga separator horizontal. *Saddle* terdiri dari dua bagian yang simetris, jarak antar saddle adalah  $1/5$  atau  $0,2$  dari *tangent line* terluar ( diilustrasikan pada gambar dan ditunjukkan dengan huruf A). Jadi, jarak antar *saddle* kanan dan kiri adalah  $3/5$ .

Pada *saddle* terdapat *contact angle* minimum yaitu 120 derajat (ditunjukkan simbol teta pada gambar).



Gambar. 2.6 *Saddle*



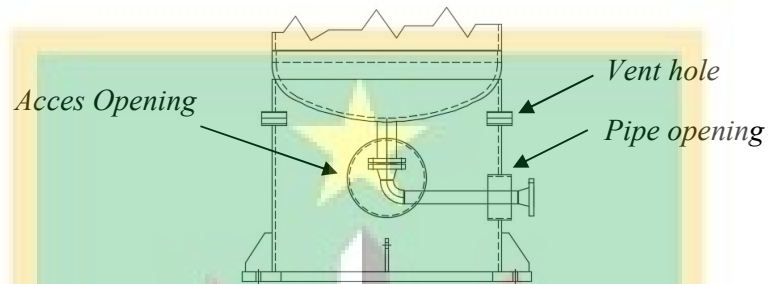
Gambar. 2.7 Detail Saddle

Pada saddle terdapat 3 bagian yaitu:

- *Wear plate* adalah pelat *saddle* yang menempel pada *shell*, berfungsi sebagai penghubung antara *saddle* dengan separator. *Wear plate* memiliki *contact angle minimum* sebesar 132 derajat dan pada umumnya material *wear plate* sama dengan separator.
- *Rib Plate* adalah pelat yang menyangga langsung separator dalam *saddle* yang berfungsi seperti rusuk, posisi *rib plate* tegak paralel dengan sumbu separator. Jumlah *rib plate* ditentukan dengan dimensi separator tersebut, untuk separator berukuran kecil cukup dengan tiga *rib plate* dan untuk separator berukuran besar dapat menggunakan lima *rib plate*.
- *Web plate* adalah pelat pada sisi bagian belakang *rib plate* yang digunakan sebagai penutup.
- *Base plate* adalah pelat yang berfungsi sebagai alas pada bagian bawah. Pada *base plate* terdapat baut untuk mengunci separator dengan pondasi agar tidak bergeser pada saat separator beroperasi karena getaran.

## 5. Skirt

*Skirt* adalah jenis *support* yang digunakan untuk menyangga separator vertikal. Material *skirt* biasanya sama dengan material *separator*. Pada *skirt* ini terdapat beberapa lubang yang mempunyai fungsi yang berbeda, yaitu terdiri dari:

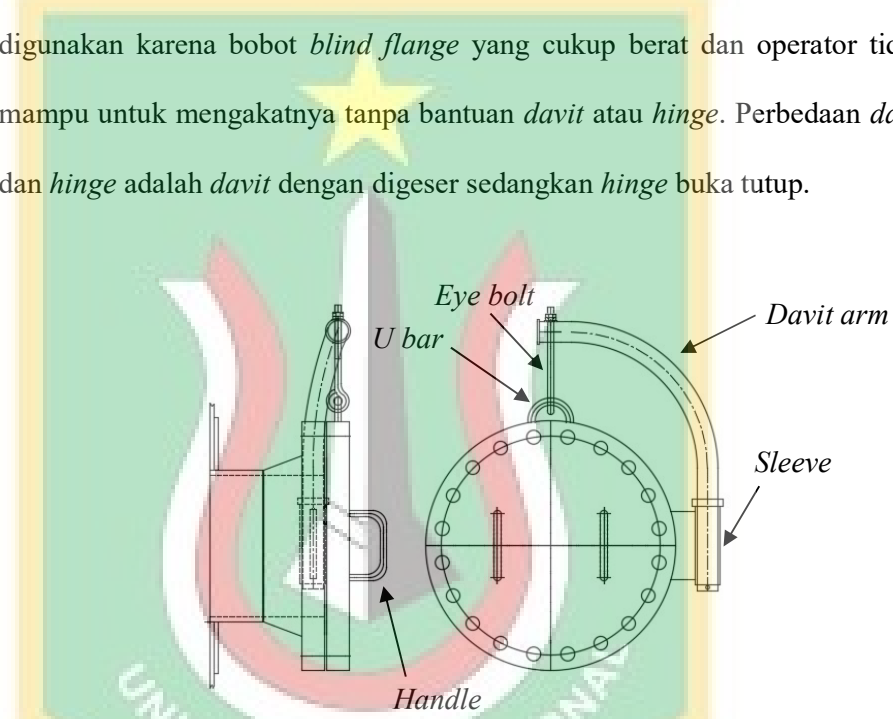


Gambar. 2.8 Skirt

- Vent hole  
Lubang kecil pada *skirt* untuk menghindari pengendapan gas berbahaya yang berada di dalam *skirt*. Pada *skirt* terdapat dua lubang pembuangan yang bersebrangan (ditunjukkan pada gambar 2.8).
- Access opening  
*Access opening* merupakan lubang berbentuk lingkaran pada *skirt* separator. *Access opening* berfungsi untuk operator menyambungkan dan memisahkan sambungan pipa serta melakukan maintenance.
- Pipe opening  
*Pipe opening* adalah bukaan pipa berbentuk lingkaran dengan diameter 1 inch lebih besar dari diameter *flange sleeve* dan harus disediakan seperti untuk bukaan akses.

## 6. ManHole

*Manhole* ialah *nozzle*, yang membedakan adalah *manhole* tidak di koneksi dengan pipa hanya ditutup dengan *blind flange*. *Manhole* ini berfungsi sebagai akses keluar masuk operator kedalam separator pada saat melakukan *maintenance* atau saat pemasangan *internal* separator. Terdapat dua tipe mekanisme pembuka *manhole* yaitu dengan *davit* dan *hinge*. Mekanisme ini digunakan karena bobot *blind flange* yang cukup berat dan operator tidak mampu untuk mengkatnya tanpa bantuan *davit* atau *hinge*. Perbedaan *davit* dan *hinge* adalah *davit* dengan digeser sedangkan *hinge* buka tutup.



Gambar. 2.9 Davit manhole

### 2.3.5 Tekanan Kerja Maksimum yang Diizinkan (MAWP)

Pada separator terdapat tekanan maksimal yang diizinkan yang biasa disebut dengan *Maximum allowable working pressure* (MAWP). MAWP separator berada pada bagian separator seperti *head*, *shell* dan *nozzle*. Karena nilai MAWP pada bagian tersebut berbeda maka ditentukan pada nilai bagian yang paling kecil. MAWP ini terjadi karena adanya tekanan internal atau eksternal

maksimum yang dikombinasikan dengan beban yang mungkin akan terjadi dan diluar dari korosi<sup>[7]</sup>.

Perhitungan untuk menentukan MAWP adalah sebagai berikut:

a. MAWP Shell

$$P = \frac{S x E x t}{R + 0,6 x t s h e} \quad (2.11)$$

Dimana,

S = Nilai tegangan material, Psi

E = Efisiensi sambungan

t = Tebal pelat, mm

R = Radius dalam shell, mm

b. MAWP Head

$$P = \frac{2 x S x E x t}{D + 0,2 x t} \quad (2.12)$$

Dimana,

S = Nilai tegangan material, Psi

E = Efisiensi sambungan

t = Tebal pelat, mm

D = Diameter dalam head, mm

c. MAWP Flange

Penentuan MAWP flange dilakukan dengan pemilihan *rating* yang memiliki nilai MAWP diatas tekanan desain (Pd) dengan menggunakan tabel ASME B16.5.

d. MAWP Separator

Besarnya MAWP separator ditentukan oleh MAWP terkecil dari tiga bagian diatas yaitu *shell*, *head*, atau *flange*.

### 2.3.6 Tekanan Hidrostatik

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang terjadi karena adanya gaya gravitasi. Gaya gravitasi ini membuat tekanan pada dasar separator lebih besar daripada tekanan yang diatas. Tekanan hidrotatis didapatkan dengan rumus:

$$Pa = \rho \times g \times h \quad (2.13)$$

Dimana,

Pa = Tekanan hidrostatik, Pa  
 $\rho$  = massa jenis cairan, kg/m<sup>3</sup>  
g = percepatan gravitasi, m/s<sup>2</sup>  
h = kedalaman, m

### 2.4 Software PV Elite

Merancang dan menganalisis alat penukar panas (*Heat Exchanger*) dan bejana tekan (*Pressure Vessel*) dapat menggunakan salah satu *software* yaitu PV Elite<sup>[9]</sup>. Jika dibandingkan dengan perangkat lain, *Software* PV Elite adalah versi termudah untuk digunakan. Hasil analisis yang terdokumentasi dengan baik dan terorganisir dengan baik dapat mempercepat proses perancangan bejana tekan atau alat penukar panas. ASME *Boiler and Pressure Vessel Code* digunakan dalam desain pada *software* ini, itulah sebabnya *software* PV Elite ini diakui dan diterima disektor industri<sup>[9]</sup>. Banyak *software* yang digunakan dalam industri termasuk PV Elite, sehingga metode untuk merancang bejana tekan telah disesuaikan dengan arus perkembangan teknologi<sup>[9]</sup>. Standar code yang ada dan digunakan oleh *software* PV Elite dalam merancang separator, yaitu:

1. ASME Section VIII Divisions 1&2, membahas tentang persyaratan umum untuk desain komponen, pemilihan material, proses fabrikasi dan pengujian.

2. API 579 FFS, membahas tentang teknik penilaian kesesuaian untuk layanan yang membantu pengoperasian peralatan bertekanan yang aman.
3. WRC 107,297,537,538. Standar ini membahas tentang pengelasan dan perhitungan tegangan vessel.
4. EN 13445, membahas tentang standar untuk desain, fabrikasi, dan inspeksi *pressure vessel*
5. PD 5500, membahas tentang standar *british* yang digunakan untuk desain, fabrikasi dan inspeksi *pressure vessel*
6. EN 1591 *Advanced Flange Design Standard*, membahas tentang aturan untuk sambungan *flange* dengan gasket.
7. STS-1 ASME *Steel Stack Standard*, membahas tentang desain mekanis mencakup ukuran saluran gas, penentuan diameter maupun tinggi, dan penurunan suhu gas saat panas.
8. PCC-1 *Appendix O Bolted Flange Joint Assembly*, membahas tentang penentuan tegangan baut rakitan menggunakan pendekatan komponen sambungan.

#### 2.4.1 Fitur PV Elite

*Software* PV Elite versi 2022 memiliki sejumlah fitur yang terus ditambahkan. *Software* PV Elite 2022 memiliki beberapa fitur :

1. Antarmuka yang memungkinkan penambahan data elemen dan tampilan elemen bejana tekan yang baru ditambahkan.
2. Dapat dilakukan perancangan dengan bejana tekan horisontal atau vertikal dengan *head* berbentuk *elips*, *torispherical*, *hemispherical*, *conical*, dan *flat*.
3. Perhitungan bobot mati dari bejana tekan termasuk insulasi, *nozzle*, *lug* dan *ring*.



4. Menghitung ketebalan dinding untuk tekanan internal dan eksternal sesuai dengan pedoman pada PD 5500, EN-13445, dan ASME Section VIII Divisi I dan II.
5. Data angin menggunakan standar dari *India standards*, ASCE, *Uniform Building Code (UBC)*, dan *The National (Canadian) Building Code*.
6. Sistem satuan dapat diatur sesuai pengguna.
7. Pemeriksaan lengkap beban pada struktur bejana tekan menggunakan pengaruh tekanan, bobot mati, dan beban kosong, dalam operasi, dan selama dilakukan uji hidrostatis..
8. Dapat menyesuaikan ketebalan dinding separator untuk memenuhi persyaratan tekanan.
9. Tiga standar perancangan untuk jenis jenis material yang tersedia.
10. Menjalankan laporan analisis keseluruhan dengan judul halaman untuk setiap bagian dan dapat menambahkan komentar tambahan.

#### 2.4.2 Alur Kerja PV Elite

Dalam mengoperasikan software PV Elite ada tiga langkah kerja yang harus dilakukan, yaitu<sup>[10]</sup>:

1. Masukan

Langkah masukan adalah langkah memasukkan data-data yang dibutuhkan dalam perancangan separator seperti dimensi separator, tekanan separator, suhu separator, dan sebagainya.

2. Analisis

Tahap analisis adalah dimana data yang telah dimasukan diterjemahkan oleh software dengan desain dan analisis algoritma, menerapkan aturan atau kode standar yang sesuai, dan menampilkan hasilnya.

### 3. Keluaran

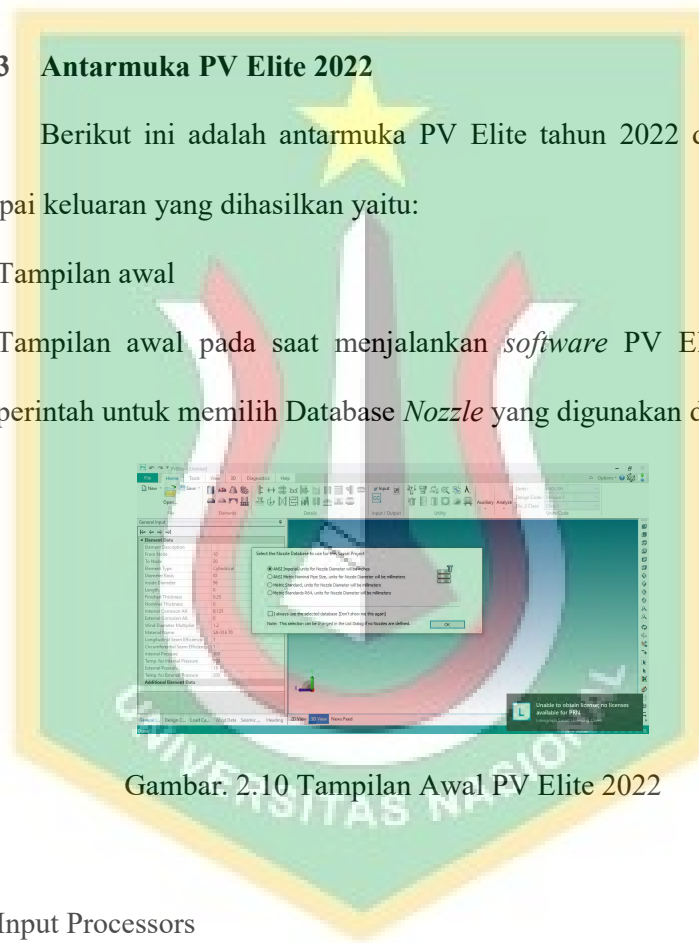
Tahap keluaran menyajikan data berupa laporan akhir dari hasil analisis.

#### 2.4.3 Antarmuka PV Elite 2022

Berikut ini adalah antarmuka PV Elite tahun 2022 dari tampilan awal sampai keluaran yang dihasilkan yaitu:

##### 1. Tampilan awal

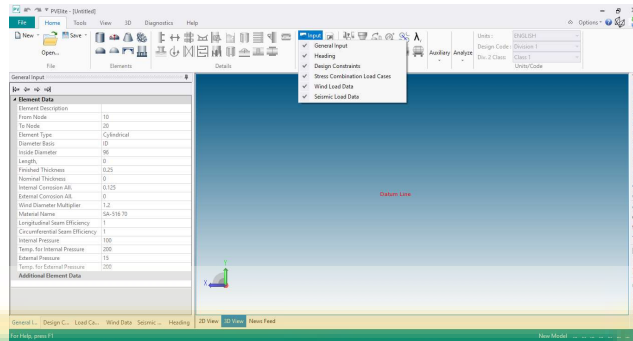
Tampilan awal pada saat menjalankan *software* PV Elite adalah berupa perintah untuk memilih Database *Nozzle* yang digunakan di separator.



Gambar. 2.10 Tampilan Awal PV Elite 2022

##### 2. Input Processors

*Input processors* ini digunakan untuk menentukan jenis data yang diperlukan untuk analisis seperti, *design constraints*, data-data yang digunakan dalam desain dan memasukkan data lain seperti beban gempa dan beban angin. Pada saat memasukkan data *design constrains* perlu diperhatikan karena data tersebut adalah data analisis keseluruhan separator.



Gambar. 2.11 *Toolbar Input Processors*

### 3. General input

Data tentang komponen model separator yang dirancang dapat dimasukkan pada tab ini. Untuk memasukkan data ini, pertama masukkan elemen vessel, lalu tekan gambar model, dan terakhir masukkan data separator pada *general input* seperti diameter, panjang separator, dan material separator.

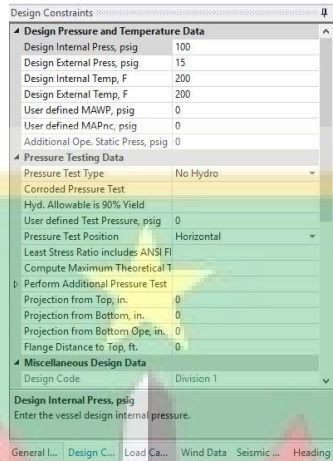


Gambar. 2.12 *Toolbar General Input*

### 4. Design Constrains

Untuk data perancangan separator dimasukkan pada tab ini dan harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi penentuan ketebalan material yang

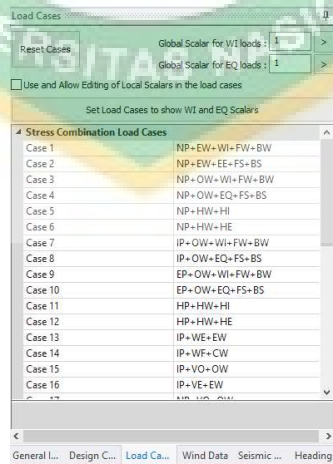
digunakan. Data yang dimasukkan pada tab ini seperti desain tekanan *internal* dan *external*, desain temperature *internal* dan *external*, pemilihan tipe proses pengetesan dan tipe fluida yang mengisi volume separator.



Gambar. 2.13 *Toolbar Design Constrains*

5. Load Case

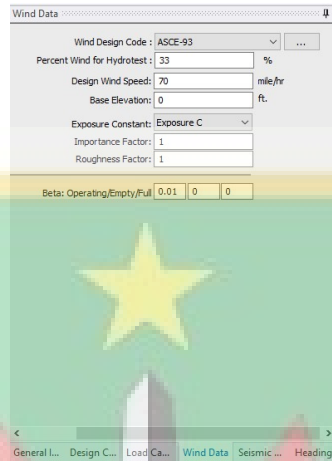
Untuk beban yang dikombinasikan dimasukkan pada tab ini. Kombinasi perhitungan termasuk tekanan *internal*, tekanan *external*, tekanan *hydrotest*, beban angin dan beban *seismic*.



Gambar. 2.14 *Toolbar Load Case*

## 6. Wind Load

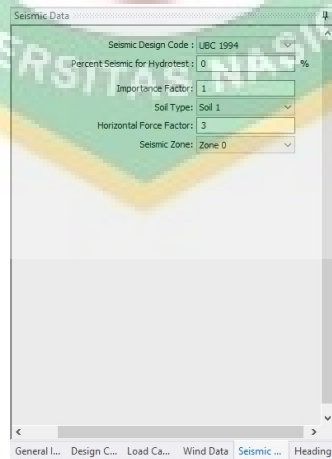
Untuk data beban angin dapat dimasukkan pada tab ini. Apabila data beban angin tidak ada, maka menggunakan sistem otomatis.



Gambar. 2.15 *Toolbar Wind Load*

## 7. Seismic Load

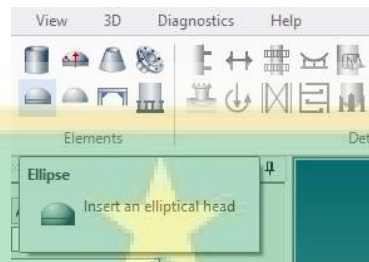
Pada setiap area mempunyai kondisi tanah yang berbeda maka diperlukan data gempa karena mempengaruhi perancangan. Data beban gempa dapat dimasukkan pada tab ini.



Gambar. 2.16 *Toolbar Seismic Load*

## 8. Penambahan Elemen

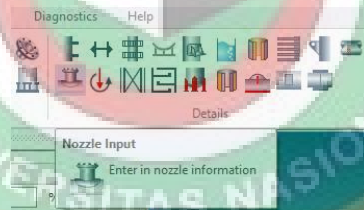
Pemilihan elemen seperti *cylindrical shell*, *elliptical head*, *torispherical head*, *spherical head*, *cone*, *welded flat head*, *support*, dan *ANSI/bolted flange* dapat ditambahkan pada menu toolbar untuk mendesain separator.



Gambar. 2.17 *Toolbar Elements*

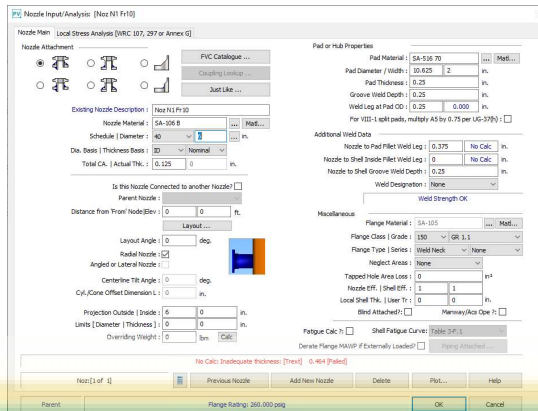
## 9. Penambahan Detail

Penambahan detail pada model separator berguna untuk menambah elemen *nozzle*, *platform*, *stiffening ring*, *tray*, dan lain-lain dapat ditambahkan dengan memilih pada menu toolbar *details* yang berada di sebelah toolbar elemen.



Gambar. 2.18 *Toolbar Details*

*Nozzle* merupakan detail yang pasti digunakan pada saat merancang separator. Perbedaan konfigurasi *nozzle* dapat dipertimbangkan, seperti *nozzle* dengan pelat penguat dan tanpa pelat penguat, *nozzle* menonjol dengan pelat penguat dan tanpa pelat penguat, ada pula *nozzle* special forged yang tersedia untuk analisis.



Gambar. 2.19 Toolbar Perancangan Nozzle

## 10. Output

Untuk memeriksa hasil perhitungan *software* PV Elite dengan menekan tombol F12 atau mengklik tombol analisis. Hasil perhitungan PV Elite telah dikelompokkan di bagian “*Report List*” pada tampilan, sehingga lebih mudah untuk menemukan jenis perhitungan yang diperlukan.



Gambar. 2.20 Tampilan Hasil Perhitungan PV Elite