

## DESAIN SEPARATOR NATURAL GAS DENGAN KAPASITAS 0,79 M<sup>3</sup>, TEMPERATURE 60°C, TEKANAN 21 Kg/cm<sup>2</sup>g

Sutrisno, Agus Didik Setiawan

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

### ABSTRAK

*Dalam merancang separator (Pressure vessel) untuk tahap awal adalah mendefinisikan separator tersebut dengan kapasitas dan tekanan kerja serta menentukan dimensi awal separator yang aman dan sesuai dengan kondisi lingkungan di Gresik. Proses perancangan separator (Pressure vessel) harus mempertimbangkan fungsi, nilai estetika dan lingkungan kerja pada bejana. Beban yang terjadi pada bejana tekan antara lain tekanan desain, beban angin, beban karena gempa. Untuk merancang separator ini dengan menggunakan standar ASME VIII. Bahan yang digunakan baja karbon berbentuk silinder atau pipa untuk shell dan nozzle dengan diameter 650 mm dan tebal dinding shell 9,8 mm dan tebal head 9,7 mm, inside diameter nozzle 146,4 mm tebal 6,26 mm, Inside diameter nozzle 3,91 mm dengan tebal 3,4 mm, tebal support 7 mm. Baja karbon dipilih karena mempunyai sifat las yang tinggi, kuat dan banyak di gunakan di kalangan industri. Berdasarkan perhitungan yang telah di lakukan, untuk separator (Pressure vessel) ini dengan tekanan kerja 21 kg.Cm<sup>2</sup>g, kapasitas 0,79 M<sup>3</sup> dan temperature 60<sup>0</sup> C.*

**Kata kunci: Perencanaan, Separator, Tekanan.**

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Dikalangan perindustrian saat ini berkembang pesat, Penggunaan bahan bakar natural gas (Gas alam) melonjak, Sehingga penggunaan bahan bakar natural gas meningkat karena banyak perusahaan

yang menggunakannya. Bahan bakar natural gas biasanya dipakai di boiler dan reformer. Pressure vessel (separator) paling sering di gunakan sebagai media penampung fluida cairan, uap air, atau gas. Kebutuhan bejana bertekanan ini semakin meningkat seiring dengan pesatnya perkembangan industry di tanah air.

Hampir semua perusahaan yang bergerak di bidang manufacture membutuhkan bejana bertekanan. Aplikasi dari bejana bertekanan bisa berupa tanki udara, tanki bahan bakar gas, Separator (pressure vessel).

Dengan berkembangnya industri manufacture dan penggunaan alat-alat pneumatic bejana tekan menjadi kebutuhan pokok yang tidak bisa dipisahkan. Untuk memenuhi kebutuhan perusahaan akan bejana tekan maka diperlukan perancangan yang berstandart internasional sehingga akan memiliki tingkat keamanan yang baik dan diakui oleh dunia Internasional..

### Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari perhitungan ini adalah:

1. Untuk mengetahui dimensi minimum separator dengan kapasitas  $0,79M^3$ , temperature  $60\text{ }^{\circ}C$  dan tekanan  $21\text{ kg/cm}^2g$  yang sesuai dengan standart ASME VIII.
2. Untuk mengetahui material apa yang sesuai sebagai bahan separator tersebut.

### Batasan masalah

1. Desain separator yang digunakan di daerah Gresik.
2. Laju korosi yang diambil dari referensi chemical engineering.

### Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk membantu perusahaan memberikan informasi tentang masalah yang terjadi pada proses perancangan desain bejana tekan (pressure vessel) dengan material ASTM A 515 grade 60 di perusahaan PT. Petro Oxo Nusantara.

2. Untuk memberikan panduan tentang process fabrikasi dan pemeriksaan dengan membuat prosedur prosedur, agar pelaksanaan sesuai dengan yang di rencanakan.

## KAJIAN PUSTAKA

### Definisi Separator (Pressure vessel)

Sejalan dengan pesatnya perkembangan teknologi di dalam dunia industri, maka sangatlah tepat bila di dukung oleh kemampuan alat didalam perindustrian itu sendiri untuk mencapai kualitas pembakaran yang di harapkan. Maka diciptakan suatu alat yang bisa menampung, menyimpan suatu fluida yang bertekanan tinggi, baik berupa cairan atau gas pada tingkat yang lebih besar dari tekanan udara. Bejana tekan (*Pressure vessel*) telah digunakan secara luas untuk berbagai aplikasi di dalam perindustrian yang mencakup bahan kimia, minyak dan gas.

Bejana tekan (*Pressure vessel*) adalah tempat penampungan suatu fluida baik berupa cair maupun gas dengan tekanan yang lebih tinggi dari atmosfer, pada umumnya sampai 15.000 PSI. Dimana tekanan tersebut bisa lebih besardari tekanan udara luar bejana atau lebih kecil dari tekanan udara luar bejana atau sering disebut vacuum. Bejana tekan pada umumnya bekerja pada suhu antara  $-350\text{ }^{\circ}F$  hingga di atas  $1000\text{ }^{\circ}F$  dengan kapasitas yang lebih besar.

Langkah pertama dalam desain vessel adalah pemilihan tipe yang cocok untuk proses yang diinginkan. Faktor terpenting adalah lokasi dan fungsi vessel, sifat fluida, temperature dan tekanan operasi serta proses.

### Klasifikasi Separator (Pressure Vessel)

Bejana tekan dapat di klasifikasikan menjadi beberapa jenis

berdasarkan konstruksi dan bentuk, ukuran dan penggunaannya tetapi jenis bejana tekan yang di produksi berdasarkan konstruksinya adalah jenis bejana tekan silinder *Torispherical head*, yang digunakan sebagai *test separator*. Bejana tekan tersebut berbentuk layaknya sebuah cylinder atau tabung. Bejana tekan ini merupakan awal dari pembuatan bejana tekan, bejana tekan digolongkan dalam bentuk antara lain:

1. *Pressure vessel vertical*
2. *Pressure vessel horizontal*
3. *Pressure vessel spherical*
4. *Pressure vessel conical head*
5. *Pressure vessel torispherical head*

Bentuk *pressure vessel* vertikal biasanya di gunakan didaerah yang sempit dan *pressure vessel* Horizontal digunakan di daerah yang cukup luas.

Macam macam bagian dan komponen pendukung separator (*pressure vessel*) yang sering terdapat dan sering di gunakan bejana tekan pada umumnya di klasifikasikan sebagai berikut:

1. *Shell*
2. *Head*
3. *Flange*
4. *Katub (valve)*
5. *Stud bolt & gasket*
6. *Lifting lugs*
7. *Saddle pad, leg, skirt*
8. *Manhole & Name plate*

## Desain sesuai standart ASME VIII

### 1. Perhitungan Separator (*pressure vessel*)

Separator (*pressure vessel*) yang di maksud dalam penyusunan tugas akhir ini adalah suatu tabung tertutup yang berbentuk silinder yang di gunakan sebagai penampang tekanan baik tekanan internal maupun eksternal, tekanan ini dapat diperoleh dari sumber eksternal

atau dari sumber yang lain. Oleh sebab itu metode ini akan di uraikan perhitungan untuk ketebalan head bejana tekan, ketebalan manhole dan ketebalan nozzle nozzle yang merupakan bagian bagian dari bejana tekan.

Maka untuk mencari dan menentukan ukurannya kita pakai rumus seperti di bawah ini, dengan mempertimbangkan kelayakan bahwa perbandingan antara diameter (D) dan tinggi (H) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$(\text{volume}) = \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \times H\right) + 2 \times 0,1309 \times D^3$$

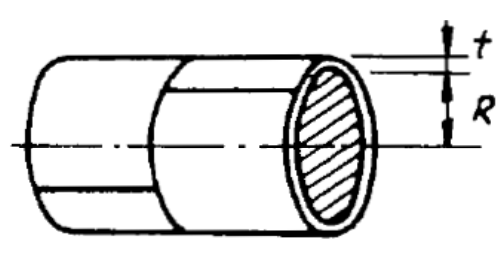
### 2. Panjang bejana tekan

Panjang bejana tekan dapat di i hitung berdasarkan asumsi atau perkiraan waktu aliran gas yang masuk dan keluar dengan waktu yang sama untuk besarnya butiran cairan dengan ukuran diameter, sehingga bejana tekan menerima liquid atau gas yang jatuh di permukaan separator dan dapat mengurangi kecepatan.

### 3. Ketebalan dinding (Shell)

Ketebalan dinding bejana tekan yang mengalami tekanan internal tidak diperbolehkan lebih tipis dari perhitungan, Untuk itu harus mengacu pada standart ASME Sect. VIII , UG-27 (c) (1) dengan rumus sebagai berikut :

$$t = \frac{P \cdot R}{SE + 0,6 \cdot P} + CA$$



Gambar 2.12 Shell

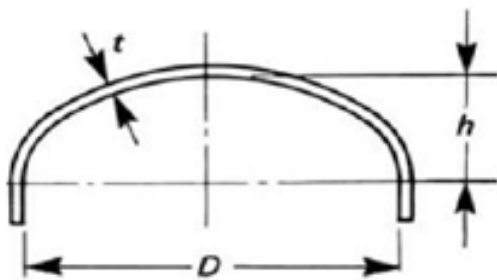
**Dimana :**

- t = Ketebalan dinding shell, Inchi
- P = Desain Pressure
- R = Inside diameter
- S = Tegangan yang diijinkan pada material pada suhu tertentu, psi
- E = Efisiensi sambungan las
- CA= Corrosion allowance

**4. Ketebalan dinding kepala bejana tekan (head)**

Ketebalan dinding kepala bejana tekan berbentuk setengah lingkaran (sphere dan Hemispherical Head) dapat kita cari dengan rumus sesuai dengan ASME Sect, VIII, Appendix 1 – 4 (c) Sebagai berikut:

$$t = \frac{P \cdot D}{2.5 \cdot E + 0.2 \cdot P} + CA$$



(a) Ellipsoidal

**Dimana :**

- t = Ketebalan dinding head, Inchi
- P = Desain Pressure
- D = Inside diameter separator
- S = Tegangan yang diijinkan pada material pada suhu tertentu, psi
- E = Efisiensi sambungan las
- CA= Corrosion Allowance

**5. Ketebalan flange/ Nozzle pada separator**

Ketebalan *nozzle nozzle* pada dinding bejana tekan yang terpasang pada badan separator untuk line inlet dan out let gas yang berdiameter 6” (N1& N2)

dan 3/4” untuk N3 dengan menggunakan rumus sesuai dengan ASME Sect VIII UG (c) (1)

$$t = \frac{P \cdot R_n}{S \cdot E + 0.6 \cdot P} + CA$$

**Dimana :**

- P = Desain Pressure
- Rn = Inside radius pipa / nozzle
- S = Tegangan yang diijinkan pada material pada suhu tertentu, psi
- E = Efisiensi sambungan las
- CA= Corrosion Allowance

**Perencanaan Desain Separator FNG (Fuel Natural Gas)**

Proses desain untuk hasil akhir dalam suatu pelaksanaan/ perencanaan untuk fabrikasi pembuatan bejana tekan. Maka untuk itu ada beberapa urutan/ bagian persiapan fabrikasi antara lain:

1. *Marking*
2. Fabrikasi
3. Pemasangan
4. *Sandblasting* / Pengecatan

Beberapa persiapan yang harus melalui prosedur/ standarisasi atau peraturan oleh badan yang berwenang agar tidak terjadi kesalahan yang tidak diinginkan. Oleh karena itu dalam pelaksanaan kegiatan proses kita harus dapat memahami dan melaksanakan tugasnya dengan baik dan benar sesuai dengan desain dan perencanaan yang di buat.

Faktor penting yang turut menunjang terciptanya kualitas yang baik dan juga dalam pencapaian target proses yaitu sumbar daya manusia yang baik, perencanaan produksi yang baik, berikut dalam desain produk, mempengaruhi dari hasil product tersebut . Sehingga proses desain suatu product memegang peranan penting dalam proses itu sendiri.

### Proses Fabrikasi

Dalam melakukan suatu pekerjaan fabrikasi kita terlebih dahulu menyiapkan perencanaan yang matang/ prepare cukup serta beberapa perhitungan- perhitungan teknik dan mengkaji ulang/ meninjau ulang gambar, *drawing* serta klarifikasi gambar yang diperlukan dalam pembuatan bejana tekan. Tidak lupa pula untuk spesifikasi material dan prosedur kerja.

### Penandaan/ marking material

1. Plate yang di gunakan sebagai bejana tekan harus di beri marking sesuai dengan gambar atau ukuran yang di inginkan.
2. Plate yang akan di potong dengan panjang yang sesuai dengan *drawing* atau gambar yang sudah disetujui, di tanda tangani oleh engineering/ pejabat yang berwenang.
3. Mesin yang digunakan :
  - a. Mesin potong *heavy duty shearing*
  - b. Grinding dan cutting untuk meratakan / bevel antar sambungan
  - c. Blander.
4. Alat bantu untuk fabrikasi :
  - a. Meteran / Roll meter
  - b. Kapur.
  - c. Penggaris panjang
  - d. Penggaris siku yang besar
5. Mesin yang digunakan :
  - a. Mesin potong *heavy duty shearing*
  - b. Grinding dan cutting untuk meratakan / bevel antar sambungan
  - c. Blander ( *acetylene & oxygen* )

### Pengerollan ( Rolling )

Material plate yang di gunakan untuk dinding bejana tekan/ *Pressure vessel* itu harus di pastikan lagi / Dichek untuk menentukan diameternya.

### Pengelasan (welding)

Pengelasan atau welding adalah suatu proses penyambungan dua buah logam atau lebih dengan material sama dengan cara logam yang akan di sambung dipanaskan terlebih dahulu hingga meleleh, kemudian disambung dengan bantuan perekat (filler maupun electrode). Disamping tekanan, cara pemanasan permukaan dipanaskan hingga mencapai titik lebur. Semakin tinggi suhu, keuletan induk akan bertambah dan *difusi atom* yang bertambah cepat.

### Finishing

Setelah melakukan penyambungan dinding bejana tekan selesai maka kita harus melakukan penggerindaan pada bibir pengelasan, karena biasanya kotoran las/*pattern* itu ada setelah melakukan pengelasan.

Mesin yang di gunakan : Mesin gerinda  
Alat bantu yang di gunakan : Sikat baja, amplas, hammer tetek

### Witness/Pemeriksaan

Pemeriksaan pada dinding plat/ bejana tekan yang sudah dilakukan penyambungan/welding yang telah melalui beberapa alur, langkah langkah di atas dalam fabrikasi dinding bejana tekan.

Bagian yang di periksa : Seluruh dimensi antara top dan bottom, cek sambungan las pada dinding bejana tekan.

Alat Pemeriksaan : *MT, PT, UTI dan radiography test,*

Yang memeriksa : *WI (Welding Inspector), Operator Quality Control*

### Process pemasangan dinding bejana tekan/ Pressure Vessel

Pemasangan dinding bejana tekan dalam proses produksi perlu di perlu di

perhatikan / ketelitian agar tidak terjadi kesalahan dalam pemasangan.

1. Dinding bejana tekan tersebut berbentuk *cylinder* yang di kehendaki karena dinding tersebut sangat besar ukurannya, Maka dinding tersebut terbagi menjadi empat bagian maka di antaranya dinding yang satu sama yang lainnya disambung dengan cara pengelasan sehingga merupakan satuan komponen adalah dinding separator (*pressure vessel*).
2. Setelah proses penyambungan tersebut telah selesai, maka selanjutnya kita melakukan pemeriksaan dan melakukan penandaan/ *marking* pada dinding *pressure vessel* yang sesuai dengan gambar, penandaan tersebut adalah guna untuk membuat *nozzle inlet* pada dinding *pressure vessel* dan pada *top vessel* untuk *outlet* dan *venting*, pada bottom guna untuk fasilitas drain pada separator (*pressure vessel*). Drain tersebut fungsinya untuk mengeluarkan partikel-partikel yang terbawa oleh natural gas. Pemasangan saddle plate untuk penguat *nozzle-nozzle* pada inlet dan out let gas.

Dengan pengelasan tersebut di definisikan dengan cara pemanasan atau sebagai ikatan metalurgi yang di timbulkan oleh gaya tarik menarik antara atom atom.

Electroda merupakan bagian terpenting dalam pengelasan atau dalam pembuatan separator, Fungsi dari electrode:

1. Sebagai pelindung busur las dari pengaruh atmosfer seperti oksigen, nitrogen dan udara.
2. Menjaga busur tetap stabil
3. Untuk mengontrol kecairan electrode
4. Untuk mengontrol penetrasi pada sambungan las

5. Untuk mengontrol profil atau kontur las khususnya pada proses pengelasan yang menggunakan bahan tambah (*filler metal*).
6. Untuk mencegah terjadinya *ionisasi* pada ujung electrode Fungsi dari *flux electrode*
7. Untuk mencegah terbentuknya oksida oksida dan nitrida logam, sewaktu proses pengelasan
8. Membuat terak pelindung sehingga dapat mengurangi kecepatan pendinginan, bertujuan agar hasil pengelasan yang terjadi tidak mudah rapuh dan getas.
9. Membantu mengontrol ukuran dan frekuensi tetesan logam cair.

Kekuatan tarik terendah pada kelompok E-70 electrode setelah pengelasan adalah 50 Kg/mm.

### Pengujian Bejana tekan

Pengujian bejana tekan harus dilakukan sebagai resertifikasi untuk bejana tekan, bejana tekan biasanya untuk pengujian ini minimum 1,5 tekanan yang didesain. Hal ini di lakukan untuk tujuan menguji kekuatan bejana tekan dan kerapatan sambungan pengelasan dan sambungan bolt & nut.

Ada beberapa pengujian bejana tekan sebagai berikut:

1. *Penetran test*
2. *Radiography test*
3. *Hydrostatic test*

Peralatan yang di gunakan untuk hydrostatic test :

1. Valve (*katub*) berfungsi sebagai membuka dan menutup air dari pompa air yang menuju ke bejana tekan dan untuk mengontrol pressure yang masuk ke bejana tekan.

**Tabel 2.1 : Spesifikasi kawat las**

Klasifikasi AWS-ASTM	Jenis Flux	Posisi pengelasan	Jenis Listrik	Kekuatan perpanjangan		
				Tarik	Luluh	%
				Kg/ mm <sup>2</sup>	Kg/ mm <sup>2</sup>	
			AC atau DC polaritas ganda			17
E- 7014	Serbuk besi ,titania	F, V, OH, H	DC polaritas balik			22
E- 7015	Natrium hydrogen rendah	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas balik			22
E- 7016	Kalium hydrogen rendah	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas balik	50	4	22
E- 7018	Serbuk besi ,hydrogen rendah	F, V, OH, H	AC atau DC polaritas ganda			17
E- 7024	Serbuk besi ,titania	H,S,F	AC atau DC polaritas balik			22
E- 7028	Serbuk besi ,hydrogen rendah	H,S,F				

- Flange berfungsi sebagai penyambungan pipa dengan katub dan pipa.
- PI (pressure indikator) berfungsi sebagai untuk mengetahui tekanan yang ada di dalam bejana tekan.
- Pipa berfungsi sebagai menyalurkan air dari pompa ke bejana tekan dengan cara memompakan air
- Stud bolt & nut berfungsi sebagai pengikat antar flange valve dan flange bejana tekan.
- Gasket (*Packing*) berfungsi sebagai penyekat antara flange
- Katub(*valve*) dengan flange bejana tekan supaya tidak terjadi kebocoran.

#### Prosedure Pengujian bejana tekan tahap 1

Tahap 1 ini, semua lubang yang berhubungan dengan bejana tekan harus tertutup dengan menggunakan blind flange dari fabrikasi dari plate dengan ketebalan yang disesuaikan

dengan perhitungan, supaya tidak terjadi kebocoran. Sambungan blind flange dengan nozzle harus diberi penyekat antara lain penyekat (*gasket/packing*) sesuai dengan permukaan flange pada nozzle tersebut, karena permukaan flange berbeda-beda misalnya: RF (*race face*), FF (*full face*) dan menggunakan sambungan stud bolt & nut.

#### Prosedure pengujian bejana tekan tahap 2

Pastikan semua lubang bejana tekan tertutup. maka salah satu lubang nozzle bejana tekan harus dibuka terlebih dahulu dengan tujuan untuk fasilitas memasukkan air ke dalam bejana tekan dengan pompa air.

#### Prosedure pengujian bejana tekan tahap 3

Setelah selesai, maka spool untuk tool hydrotest disambungkan dengan bejana tekan menggunakan stud bolt &

nut yang dihubungkan dengan pompa air dinyalakan dan air masuk kedalam bejana tekan dan membuka katub (valve) pada bejana tekan agar udara yang didalam bisa keluar atau istilah venting, setelah udara habis dan air keluar maka sebaiknya valve venting di tutup. Setelah selesai baru kita tekan dengan tekanan yang di inginkan dan pompa di matikan, dan biasanya waktu pengujian selama 3 sampai 4 jam atau mengikuti ketentuan yang sudah di tetapkan berdasarkan spesifikasi, setelah waktu yang ditentukan tekanan tidak mengalami penurunan tekanan maka bejana tekan tersebut tidak mengalami kebocoran pada nozzle, sambungan flange, dinyatakan bejana tekan bisa di pakai.

#### **Prosedure pengujian bejana tekan tahap 4**

Setelah pengujian tahap 3 selesai kita harus me release/ menghilangkan tekanan yang ada di dalam bejana tekan dengan cara valve (*katub*) di buka perlahan- lahan agar bejana tekan tidak terjadi pengerutan pada welding/ shell karena yang di dalam bejana tekan tersebut masih ada tekanan yang tinggi. Sangatlah berbahaya bila valve di buka penuh maka di sarankan untuk dibuka dikit demi sedikit sampai kira-kira tekanan yang didalam bejana tekan rendah, baru kita buka valve full open supaya air yang ada di dalam bejana tekan cepat habis, maka semua blind flange/ penutup yang ada di bejana tekan dilepas, hydrotest bejana tekan telah selesai.

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Metode ini dilakukan di PT. Petro Oxo Nusantara yang berdomisili di daerah gresik JL. Martha dinata, dan penelitian ini dilakukan pada tanggal 20 Oktober

sampai dengan tanggal 22 Desember 2014.

Metodologi penelitian merupakan persiapan penelitian dengan melakukan identifikasi masalah, melakukan studi lapangan dan studi pustaka berdasarkan permasalahan yang harus di lalui terlebih dahulu sebelum melakukan pemecahan masalah yang di hadapi, pengumpulan, pengolahan dan analisis data, serta, penarikan kesimpulan. Data yang dikumpulkan meliputi atribut maupun variabel sehingga bisa di gunakan untuk melakukan perhitungan yang digunakan untuk melakukan perhitungan dengan menggunakan pengendalian proses statistic.

Tujuan penelitian adalah untuk mengidentifikasi penyimpangan yang ada sehingga dapat di ambil langkah perbaikannya. Dari hasil pengolahan data tersebut maka selanjutnya dilakukan analisa, dengan bantuan alat bantu pengendalian yang kualitas. Untuk memperjelas *sistematika* pemecahan masalah yang akan di lakukan diagram alir penelitian tersebut.

#### 1. Studi Lapangan

Pada tahap awal dilakukan studi lapangan dan studi pustaka, studi lapangan pada obyek penelitian/ perusahaan yang bersangkutan dengan cara mengamati terlibat langsung di dalamnya pada proses yang terjadi dilapangan dan mengumpulkan data data serta informasi yang diperlukan dan di gunakan pada tahap tahap selanjutnya. Tujuan studi lapangan adalah untuk pemahaman secara sistem pengendalian yang kualitas secara *statistic* dan proses control untuk keadaan serta kondisi sebenarnya dari perusahaan tersebut.

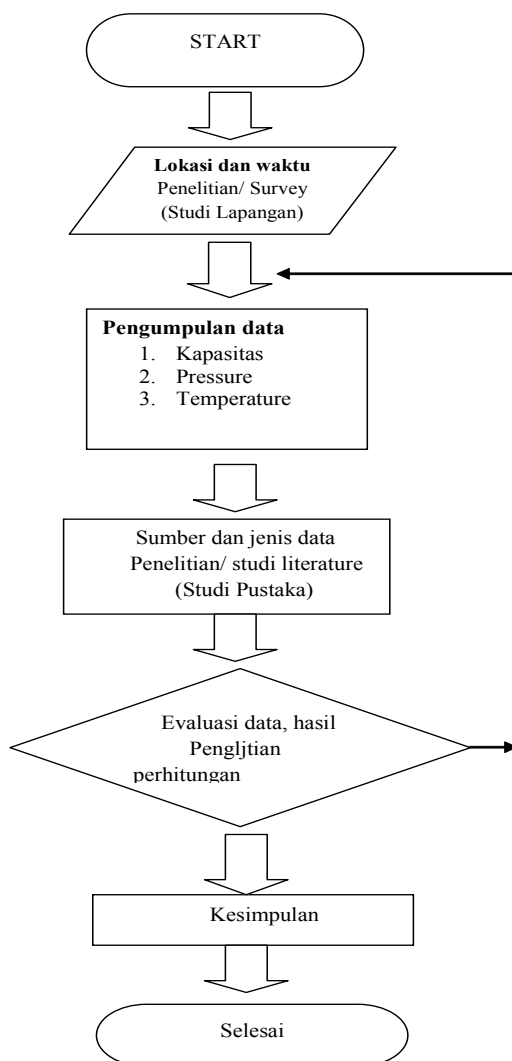
#### 2. Studi Pustaka

Studi pustaka digunakan untuk mencari/ menggali suatu informasi

yang berhubungan dengan penelitian. Adapun literature yang di butuhkan / Panduan buku buku relevan, sehingga dapat menunjang dalam melakukan suatu penelitian yang diharapkan dan bisa memecahkan suatu masalah.

3. Tahap pengumpulan data  
Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengamati dan terlibat langsung pada proses yang terjadi di lapangan dan *stratifikasi*. Tujuan dari *stratifikasi* adalah untuk menguraikan permasalahan sekecil apapun yang menjadi unsur tunggal dalam sebuah masalah.

### Diagram alir penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Metode metode pengambilan data sebagai berikut :

- a. Observasi: Metode pengumpulan data ini di lakukan dengan cara mengadakan dengan cara mengadakan pengamatan secara langsung ke PT. Petro oxo Nusantara.
  - b. Interview: Dilaksanakan dengan cara mengadakan tanya jawab secara langsung dengan pembimbing lapangan serta karyawan-karyawan bagian *fabricator/ konstruksi, welder dan machining*.
  - c. Stang las
  - d. Kawat las
4. Perencanaan  
Perencanaan adalah kegiatan rencana untuk menyelesaikan suatu masalah dengan menggunakan perpaduan beberapa prinsip, 5. Pelaksanaan  
Kebutuhan perencanaan dapat berupa input dari operasi kerja yang diinginkan dan biaya. Kebutuhan muncul sebagai usaha untuk menurunkan biaya, meningkatkan kepercayaan  
Pendefinisian masalah merupakan hal yang paling kritis dalam proses perencanaan. Pendefinisian masalah mencakup tujuan hal hal yang teknis, dimensi rancangan dan kriteria pengujian rancangan.  
Perencanaan pada umumnya bekerja secara berurutan sesuai tahapan tahapan tersebut, tetapi tidak menutup kemungkinan perencanaan kembali ke tahap sebelumnya yang menghasilkan pengembangan baru.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perhitungan Bejana Tekan

Seperti yang di uraikan pada bab II, bahwa bejana tekan yang di maksud dalam penyusunan tugas akhir ini adalah

suatu tabung yang tertutup berbentuk silinder yang di gunakan sebagai penampungan tekanan baik tekanan internal maupun eksternal, tekanan ini dapat di peroleh dari sumber eksternal atau dari penggunaan panas yang berasal dari sumber tak langsung maupun sumber sembarang dari sumber lainnya. Pada Bab IV ini akan di uraikan metode perhitungan untuk, ketebalan dinding shell, ketebalan kepala bejana tekan, ketebalan man hole dan ketebalan ketebalan rating nozzle nozzle yang merupakan bagian dari bejana tekan.

### Dimensi Bejana Tekan

Dalam menentukan dimensi atau ukuran dari suatu bejana tekan, maka akan dibahas mengenai ruus rumus yang berkaitan dalam menentukan ukuran atau dimensi dalam merencanakan suatu bejana tekan adalah, kapasitas, diameter, panjang, tebal dinding, kepala bejana tekan, yang perlu mempengaruhi kapasitas dan daya tampung dari bejana yang diamati dan di analisa, sehingga agar tidak terjadi penyimpangan yang tidak diinginkan dan juga harus mengantisipasi perencanaan sebelum bejana tekan tersebut di tentukan dimensinya untuk menampung kapasitas produksi yang telah ditentukan didalam tahap perhitungan atau perencanaan. Dalam kriteria perencanaan bejana tekan ini ditentukan perencanaan sebagai berikut. Didalam kriteria perencanaan separator sebagai berikut:

1. Jenis bejana tekan: Separator
2. Kapasitas : 0,79 M3
3. Diameter : 650 mm (26")
4. Panjang : 2180 mm
5. Tekanan Perencanaan : 21 bar (304 Psi)
6. Tekanan operasi : 18,3 bar
7. Temperature perencanaan : 60 °C (140°F)
8. Temperature operasi : 15,6 °C
9. Corrosion Allowance : 2 mm

10. Jenis material yang digunakan :  
Shell : ASTM A515 grade 60  
Kepala separator : ASTM A515 grade 60  
Nozzle : ASTM A 106  
Pipe : A 106

### Penentuan Dimensi Awal Separator

Dari kebututuhan separator tersebut, maka tekanan desain dan temperature desain dapat diketahui berdasarkan tekanan dan temperature operasiseparator. Tekanandantemperature awal bejana tekan yaitu 304 Psi dan 140 F. Denganbesar tekanan dan temperature awal bejana tekan / separator seperti itu, maka tekanan desain dapat diperoleh dari penambahan tekanan desain 10%.

### Perhitungan Volume Separator

Pertama tama yang harus kita tentukan terlebih dahulu adalah ukuran separator tersebut. Karena kapasitas atau volumenya sudah ditentukan (yaitu 0,79 M<sup>3</sup>), Maka ukuranya kita pakai rumus dibawah ini dengan mempertimbangkan perbandingan antara diameter (D) dan tinggi atau (H) sebagaiberikut:  
$$V(\text{volume}) = \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \times H\right) 2 \times 0,1309 \times D^3$$

Dengan asumsi D (Inside diameter) = 650 mm maka akan diperoleh perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} 0,79 \text{ M}^3 &= \left(\frac{3,14}{4} \times (0,65 \text{ M})^2 \times H\right) + (2 \times 0,1309 \times 0,65 \text{ M}^3) \\ 0,79 \text{ M}^3 &= (0,785 \times 0,4225 \text{ M}^2 \times H) + (0,2618 \times 0,274625 \text{ M}^3) \\ 0,79 \text{ M}^3 &= (0,3316625 \text{ M}^2 \times H) + (0,071896 \text{ M}^3) \\ 0,79 \text{ M}^3 - 0,071896 \text{ M}^3 &= 0,3316625 \text{ M}^2 \times H \\ H &= 0,7181 \text{ M}^3 / 0,3316625 \text{ M}^2 = 2180 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas, maka diperoleh kesimpulan bahwa ukuran dari separator tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas = 0,79 M<sup>3</sup>
2. Inside diameter = 650 mm
3. Tinggi (H) = 2180 mm.

### Pemilihan material

Dalam melakukan identifikasi failure mode pada separator (Pressure Vessel) dibutuhkan data dan komposisi kimia material, *operation pressure*, *operation temperature*, dan komposisi fluida yang ada pada separator. Bagian yang dianalisa adalah shell dan head. Data pertama yang dibutuhkan adalah jenis materialnya maka diketahui komposisinya yang dapat dilihat table dibawah ini:

Komposisi fluida yang akan di lewati oleh separator adalah fluida Natural gas (gas alam) yang digunakan sebagai bahan bakar boiler, reformer dan incinerator. Maka diketahui komposisi fluida dengan tabel dibawah ini:

**Tabel 1 Chemical requirements (Asme 2010 sect II, Part A)**

Element	Grade 60 (grade 415)
Carbon, max (A), 1 in (25mm)	0,24
Over 1 to 2 in ( 25 to 50 mm ), incl	0,27
Over 2 to 4 in ( 50 to 100 mm ), incl	0,29
Over 4 to 8 in ( 100 to 200 mm )	0,31
Over 8 in (200 mm)	0,31
Manganese, max (A)	0,90
Heat analysis	0,98
Product analysis	0,98
Phosphorus, max (A)	0,035
Sulfur, max (A)	0,035
Silicone	
Heat analysis	0,15 – 0,40
Product analysis	0,15 – 0,40

**Table 2 Tensile requirements (Asme 2010 sect II, Part A)**

	Grade 60 (grade 415)
Tensile strength, Ksi (Mpa)	60 – 80 (415 – 550)
Yield strength, min, Ksi (Mpa)	32 (220)

Elongation in 8 in (200 mm), min % (A)	21
Elongation in 2 in (50 mm), min % (A)	25

**Tabel 3 kadar hidrokarbon di dalam gas alam**

Komponen	%
Metana (CH <sub>4</sub> )	80-95
Etana (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	5-15
Propana (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) and Butane (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	< 5

Dalam melakukan identifikasi pada separator (Pressure Vessel) di butuhkan data dan komposisi kimia material, *operation pressure*, *operation temperature*, dan komposisi fluida yang ada pada separator (*pressure vessel*). Bagian yang dianalisa adalah shell dan head. Data pertama yang dibutuhkan adalah jenis materialnya maka diketahui komposisinya yang dapat dilihat table dibawah ini:

### Penentuan Dimensi Shell dan Head Berdasarkan Tekanan Internal

Dimensi Shell dan head merupakan hal yang paling penting dalam menentukan ketebalan dindingnya, Karena komponen ini akan menjadi tumpuan beban internal maupun beban yang dihasilkan dari komponen lainnya. Tebal yang digunakan berdasarkan circumferential bejana tekan, Karena tegangan yang terjadi lebih besar, Sehingga ketebalan yang dipilih akan lebih tebal dibandingkan dengan arah longitudinal. Head yang dipilih yaitu type Ellipsoidal.

### Perhitungan Ketebalan Shell dan head

#### 1. Tebal Shell

- a. Ketebalan minimum shell silinder berdasarkan Circum ferential stress (pada sambungan arah

memanjang).

➤ **Shell** menurut ASME Sect. VIII, UG-27 © (1)

➤ Dimana data Design :

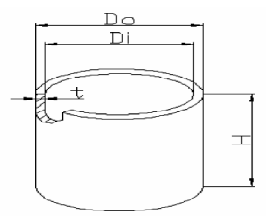
P : Design pressure 304 Psi

S : Tegangan yang diijinkan (allowable stress) 15000 Psi

E : Efisiensi joint welding 0,85 (table L-1.5-1)

R : Inside radius separator 325 mm

CA: Corrosion Allowance 2 mm



$$t = \frac{P.R}{SE+0,6.P} + CA$$

$$t = \frac{304 \times 325}{15000 \times 0,85 - 0,6 \times 298} + 2$$

$$t = \frac{98800}{12750 - 178,8} + 2$$

$$t = \frac{98800}{12571,2} + 2 = 9,8 \text{ mm}$$

b. Ketebalan *Shell* berdasarkan Longitudinal stress (pada sambungan arah melingkar)

$$t = \frac{P.R}{2,5E+0,4.P} + CA$$

$$t = \frac{304 \times 325 \text{ inch}}{2 \times 15000 \times 0,85 + 0,4 \times 298} + 2$$

$$t = \frac{98800}{25500 + 119,2} + 2$$

$$t = \frac{98800}{25619,2} + 2$$

$$t = 3,8 \text{ mm}$$

Karena ketebalan berdasarkan circumferencial stress (t= 9,8 mm) lebih besar dari ketebalan berdasarkan Longitudinal stress (t= 3,8 mm) maka dipilih ketebalan shell berdasarkan tekanan sebesar 9,8 mm.

Sedangkan nominal plate untuk shell di tentukan 10 mm

2. Tebal Head

Dimana data Design :

P : Design pressure 304 Psi

S : Tegangan yang diijinkan (Allowable stress) 15000 Psi

E : Efisiensi joint welding 0,85 (table L-1.5-1)

D : Inside diameter 650 mm

CA: Corrosion Allowance 2 mm

$$t = \frac{P.D}{2,5E-0,2.P} + CA$$

$$t = \frac{304 \times 650}{2 \times 15000 \times 0,85 - 0,2 \times 298} + 2$$

$$t = \frac{197600}{25500 - 59,6} + 2$$

$$t = \frac{197600}{25440,4} + 2$$

$$t = 9,7 \text{ mm}$$

3. Ketebalan flange/ Nozzle

Nozzle welding Neck menggunakan rumus= (P.Rn) / (S.E-0,6 .P)

Nozzle separator N1 dan N2 (6 inchi ansi 300 WN RF )

Dimana data Design :

P : Design pressure 304 Psi

S : Tegangan yang diijinkan (Allowable stress A106) dari tabel 1A 17100 Psi

E : Efisiensi joint welding 0,85 ( table L-1.5-1 )

Rn : Inside radius pipa/WN RF 154,1 mm

Pipa diameter 6” SCH 80, OD = 168,3 mm, tebal= 10,97 mm material A 106

CA : Corrosion Allowance 3 mm

$$t = \frac{P.Rn}{SE+0,6.P} + CA$$

$$t = \frac{304 \times 154,1}{17100 \times 0,85 - 0,6 \times 298} + 3$$

$$t = \frac{46846,4}{14535 - 178,8} + 3$$

$$t = \frac{46846,4}{14356} + 3$$

$$t = 6,26 \text{ mm}$$

Nozzle separator N3 (3/4 inchi ansi 300 WN RF)

**Dimana data Design :**

- P : Design pressure 298 Psi  
 S : Tegangan yang diijinkan (Allowable stress A106) 17100 Psi  
 E : Efisiensi joint welding 0,85 (table L-1.5-1 )  
 Rn : Inside radius pipa/WN RF18,9 mm  
 Pipa diameter 3/4" SCH 80, OD = 26,7 mm, tebal= 3,91mm material A 106  
 CA: Corrosion Allowance 3 mm
- $$t = \frac{P \cdot R_n}{S E + 0,6 \cdot P} + CA$$
- $$t = \frac{304 \times 18,9}{17100 \times 0,85 - 0,6 \times 298} + 3$$
- $$t = \frac{5745,6}{14535 - 178,8} + 3$$
- $$t = \frac{5745,6}{14356} + 3$$
- $$t = 3,4 \text{ mm}$$

**Perhitungan skirt Moment karena angin**

Besarnya momen pada dasar bejana (separator) karena angin di rumuskan sebagai berikut:

$$W = P_w \cdot D \cdot H \cdot ht$$

- Dimana :  
 W : Wind load  
 P<sub>w</sub> : Pressure 21 kg/cm<sup>2</sup>( 298 Psi)  
 D1 : Diameter separator Diameter luar bejana = 670 mm (2,198 ft)  
 H : Tinggi Bejana 2180 mm + Skirt 1200 mm = 11,089 ft total  
 V : Total shear Lb  
 ht : Tinggi Skirt 1200mm ( 47,244 in )  
 M : Moment  
 Wind load = P<sub>w</sub> x D1 x H =  
 V x ht = M ( moment)  
 WL = 298 x 2,198 x 11,089  
 = 7263 x 47,244 = 343133 ft
- Moment pada bottom head (Mt)  
 Mt = M – ht (V – 0,5 P<sub>w</sub>.D1.ht )  
 = 343133 – 47,244( 7263 – 0,5 x 298 x 2,198 x 47,244 )  
 = 343085 x 224738  
 = 7,710 lb ft

Menentukan tebal skirt yang di butuhkan pada moment sambungan skirt dimana dengan rumus dibawah ini:

$$= + \frac{W}{D \pi S E}$$

- t : tebal skirt yang dibutuhkan  
 Mt : Moment pada sambungan antara skirt dengan head = 7,710 lb ft  
 E : Efisiensi sambungan = 0,6 untuk but weld D : Diameter luar skirt : 26 in (6509,71 lb ft)  
 T : Tegangan ijin maksimum material skirt : 15000 psi Mengacu pada table Eugene megyesy  
 W : Berat vessel diatas sambungan skirt dengan head pada kondisi operasi : 90419 lb

$$\text{For Wind } t = + \frac{W}{D \pi S E}$$

$$t = \frac{12 \times 7,7104}{132 \times 3,14 \times 15000 \times 0,6}$$

$$t = 1,937 \text{ in}$$

$$\text{weight} = \frac{W}{D \pi S E}$$

$$t = \frac{90419}{26 \times 3,14 \times 15000 \times 0,6}$$

$$t = \frac{90419}{734760}$$

$$t = 0,123 \text{ in}$$

Jadi total ketebalan *skirt*

$$t = 1,937 + 0,123 = 2,06 \text{ in}$$

**Perhitungan design anchor bolt**

- Data *anchor bolt* : SA A-193 B7  
 Teg. Ijin max (S<sub>B</sub>) : 180000 Psi (table C)  
 Number of anchor bolt : 3  
 Moment (M) : 28,595 ft  
 Daerah dlm lingkaran bolt (A<sub>B</sub>) : 44179  
 Diameter anchor bolt : 20 mm(3/4 in)  
 Keliling lingkaran bolt (C<sub>B</sub>): 23562  
 Weight of the *vessel erection*: 6509,712 lb ft

Dengan adanya perhitungan *anchor bolt* pada separator (bejana tekan)

maka dapat dirumuskan sebagai berikut:  
Maximum tension Lb/in (T) merujuk pada buku Eugene Megyesy

$$T = \frac{12M}{AB} + \frac{W}{CB}$$

Required area of one bolt Sq/in ( $B_A$ ) merujuk pada buku Eugene Megyesy

$$B_A = \frac{TCB}{S_B N}$$

Stress in anchor bolt Psi ( $S_B$ ) merujuk pada buku Eugene Megyesy

$$S_B = \frac{TCB}{B_A N}$$

Perhitungan anchor bolt *maximum tension* dibawah ini:

$$T = \frac{12M}{AB} + \frac{W}{CB}$$

$$T = \frac{12 \times 61,923,974}{44179}$$

$$T = \frac{743,087}{44179} = 16,819 \text{ Lb}$$

Perhitungan *Required area of one bolt* dibawah ini :

$$B_A = \frac{TCB}{S_B N}$$

$$B_A = \frac{16,819 \times 23562}{19000 \times 3}$$

$$B_A = \frac{396,289}{54000}$$

$$B_A = 7,388 \text{ lb/in}$$

Perhitungan *stress in anchor bolt* dibawah ini :

$$C_B = \frac{TCB}{B_A N}$$

$$C_B = \frac{16,819 \times 23562}{0,302 \times 3}$$

$$C_B = \frac{397,802}{0,906}$$

$$C_B = 439,076 \text{ Psi}$$

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, untuk Separator (Pressure Vessel) dengan tekanan kerja 21 kg/Cm<sup>2</sup>g, kapasitas 0,79 M<sup>3</sup> dan temperature 60<sup>0</sup> c.

Maka diperoleh dimensi minimum antara lain:

No	Bagian Presure Vessel	Material	Ukuran ( mm )	Jumlah
1	Shell	A515 Grade 60	Ø 650 X 2180 X t. 10	1
2	Head	A515 Grade 60	Ø 650 X 300 X t. 10	2
3	Nozzle	SA 106	Ø 146,4 X 380 X t. 6,26	2
4	Nozzle	SA 106	Ø 18,9 X 330 X t. 3,4	2
5	Support	SA 106	L 90 X 90 X t. 7	3

### Saran

1. Perusahaan sebaiknya melakukan perawatan pencegahan dengan menggunakan analisa secara intensif/berkesinambungan agar proses produksi berjalan dengan baik.
2. Perusahaan sebaiknya melakukan inspection ketebalan pada separator agar dapat memberikan gambaran kondisi pressure vessel/ separator sehingga mempermudah perusahaan untuk merencanakan penjadwalan perawatan ke depannya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Eugene F. Megyesy. 1995. "Pressure vessel hand book tent edition" University Tulsa, Oklahoma.
- Ferrous material specifications "Pressure Vessel Section II part A" ASME VIII, New York 2010.
- Properties of Pressure Vessel Section II part D ASME VIII, New York, 2010
- Rules Construction of Pressure Vessel Section VIII Division I ASME VIII, New York, 2010.