

**Bidang: Rekayasa**

**LAPORAN  
PENELITIAN MANDIRI**



**Perancangan *Pressure Vessel* Horizontal dengan tekanan  
operasi 364 psi dan temperatur operasi 60<sup>o</sup>**

**Dipl. Ing. Kurniadi Rasyid MM  
(NIDN : 0303116601)**

**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**

**Februari 2024**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Perancangan *Pressure Vessel* Horizontal dengan tekanan operasi 364 psi dan temperatur operasi 60o

Jenis Penelitian<sup>a)</sup> : Penelitian Terapan

Bidang Penelitian<sup>b)</sup> : Mechanical and Industrial Engineering

Tujuan Sosial Ekonomi<sup>c)</sup> : Design

Peneliti

a. Nama Lengkap : Mohammad Kurniadi Rasyid

b. NIDN : 0303116601

c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli

d. Program Studi : Teknik mesin

e. Nomor HP : 085100704664

f. Alamat Surel (e-mail) : kurniadirasyid@gmail.com

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap : Ifan Hadi Basit

b. NRP : 1122200023

c. Institusi : Institut Teknologi Indonesia (mahasiswa teknik mesin)

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap :

b. NIDN :

c. Institusi :

Anggota Peneliti (3)

a. Nama Lengkap :

b. NIDN :

c. Institusi :

Institusi Sumber Dana<sup>d)</sup> : Pribadi Peneliti

Biaya Penelitian : Rp 10.000.000

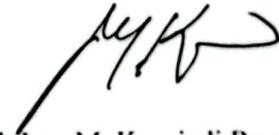
Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Mesin - ITI



(Ir. J. Victor Tuapetel MT, Ph.D, IPM, ASEAN Eng. MM)

NIDN. 0322096803

Serpong, 19 Februari 2024  
Ketua,



(Dipl. Ing. M. Kurniadi Rasyid

NIDN. 0303116601

Mengetahui,  
Kepala Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat  
Institut Teknologi Indonesia



(Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc.IPM)

NIDN. 0301036303



# INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Jl. Raya Puspiptek, Tangerang Selatan - 15314  
(021) 7562757

[www.iti.ac.id](http://www.iti.ac.id) [institutteknologiindonesia](https://www.instagram.com/institutteknologiindonesia) [@kampusITI](https://www.facebook.com/kampusITI) [Institut Teknologi Indonesia](https://www.facebook.com/InstitutTeknologiIndonesia)

## SURAT TUGAS

No. : 015/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/I/2024

- Pertimbangan : Bahwa dalam rangka melaksanakan kegiatan Penelitian Bagi dosen Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia, perlu dikeluarkan surat tugas.
- Dasar : 1. Pembebanan Tugas Dosen Program Studi Teknik Mesin;  
2. Surat Permohonan Tanggal 08 Januari 2024;  
3. Kepentingan Institut Teknologi Indonesia.

## DITUGASKAN

- Kepada : Dosen Program Studi Teknik Mesin – ITI (Terlampir)
- Untuk : 1. Melaksanakan kegiatan Penelitian pada Semester Ganjil Tahun Akademik 2023/2024;  
2. Melaporkan hasil tugas kepada Kepala PRPM - ITI;  
3. Dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Tangerang Selatan, 08 Januari 2024  
Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat  
Kepala,



Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc., IPM

- Tembusan Yth.
1. Wakil Rektor Bid Akademik, Penelitian dan Kemahasiswaan
  2. Ka. Biro SDMO
  3. Ka. Prodi T.Mesin
  4. Arsip

Lampiran Surat Tugas

No. 015/ST-PLT/PRPM-PP/ITI/I/2024

Tanggal 08 Januari 2024

DAFTAR PENELITIAN DOSEN PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN SEMESTER GANJIL TAHUN AKADEMIK: 2023/2024

REVISI 16 FEBRUARI 2024

NO	TOPIK PENELITIAN	BIDANG	NAMA DOSEN	SUMBER DANA	JUMLAH DANA (Rp)	KETERLIBATAN PRODI/INSTITUSI LAIN	KETERLIBATAN MAHASISWA
1	Peningkatan Efisiensi Proses Welding pada Cover Assy D85ESS-2	Engineering & Technology	Prof. Dr. Ir. Dwita Suastiyanti, M.Si., IPM (Ketua)	Mandiri	15.000.000	PT. Arkha Jayanti Persada	Nabil Ahmad Faishal (NRP: 1122000012)
2	Analisa Pengaruh <i>Testing, Adjusting and Balancing</i> Terhadap Penggunaan Daya Listrik dan Laju Aliran Air dari <i>Chilled Water Pump</i> Plant Karawang di PT. X	Engineering & Technology	Jones Victor Tuapetei, S.T., M.T., Ph.D., IPM (Ketua)	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Petrus Cantona Simatupang (NRP: 1122423002)
3	Analisis Statistik Emisi Gas Rumah Kaca Menurut Jenis Sektor Tahun 2000-2019	Engineering & Technology	Dra. Ir. Perak Samosir, M.Si (Ketua)	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Byakta Gana Pandita (NRP: 112200001)
4	Perancangan Pressure Vessel Horizontal dengan Tekanan Operasi 364 psi dan Temperatur Operasi 60°	Engineering & Technology	Dipl.-Ing. Mohammad Kurniadi Rasyid, M.M	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Ifan Hadi Basit (NRP: 1122200023)
5	Optimasi Proses Penyambungan Friction Stir Spot Welding terhadap Lap Shear Force pada Dissimilar Metal	Engineering & Technology	Pathya Rupajati, S.T., M.T	Mandiri	10.000.000	Tidak Ada	Dimas Wahyu Ilahi (112200011)

Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat  
Institut Teknologi Indonesia  
Kepala



Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc., IPM

## PRAKATA

Dengan mengucapkan Syukur Alhamdulillah kepada Tuhan Yang Maha Esa, maka Laporan penelitian mandiri ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini mengambil judul “Perancangan *Pressure Vessel* Horizontal dengan tekanan operasi 364 psi dan temperatur operasi 60o”. Mulai dilaksanakan pada bulan Oktober 2023 sampai dengan Desember 2024 berhasil disusun laporan akhir berdasarkan data-data kegiatan yang sudah diperoleh. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir Marzan Aziz Iskandar, IPU, Rektor Institut Teknologi Indonesia.
2. Prof. Dr. Ir. Ratnawati, M.Eng.Sc.IPM, Kepala Pusat Riset dan Pengabdian Masyarakat - Institut Teknologi Indonesia
3. Ir. J. Victor Tuapetel MT, Ph.D, IPM, ASEAN Eng., Ketua Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia.
4. Keluarga, rekan-rekan sesama dosen dan segenap karyawan yang tanpa mempengaruhi rasa hormat kami kepada mereka, tidak bisa saya sebutkan satu persatu disini.

Kami menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan ini, oleh karena itu saran dan masukan dari semua pihak sangat diharapkan. Akhirnya kami berharap semoga laporan penelitian ini dapat memberikan manfaat dan sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan terutama di bidang Mekanika Kekuatan Material.

Semoga laporan penelitian ini mempunyai manfaat bagi masyarakat Indonesia.

Serpong Februari 2024

Ketua

(Dipl. Ing. M. Kurniadi Rasyid)

## DAFTAR ISI

	hal
Halaman Sampul .....	1
Halaman Pengesahan.....	2
Surat Tugas Penelitian.....	3
Prakata .....	5
Daftar Isi .....	6
Daftar Gambar .....	7
Daftar Tabel .....	8
Ringkasan .....	9
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	2
2.1 Ammonia Receiver.....	2
2.2 Kontruksi.....	3
2.3 Fluida Kerja.....	4
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	7
3.1 Tujuan Penelitian .....	5
3.2 Manfaat penelitian .....	5
BAB 4 METODE PENELITIAN .....	8
4.1 Desain Penelitian .....	8
4.2 Tahapan Penelitian .....	10
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	11
BAB 6 KESIMPULAN.....	16
DAFTAR PUSTAKA .....	17

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ammonia Receiver di Industri.....	2
Gambar 2.2 Diagram tegangan-regangan.....	4
Gambar 4.1 Desain Penelitian.....	9
Gambar 4.2 Desain <i>Pressure vessel</i> .....	9
Gambar 5.1 Titik tumpuan dan gaya.....	13

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Material Properties.....	8
Tabel 5.1 Tabel hasil perhitungan manual dan software PV Elite.....	14

## **RINGKASAN**

Penelitian ini bertujuan melakukan analisa perancangan pressure vessel horizontal dengan tekanan operasi 364 psi dan temperatur operasi 60o sesuai ASME Sec. VIII Div.1. Alat yang dirancang harus seefisien mungkin dengan biaya yang tidak besar namun mampu menahan beban tanpa perubahan bentuk atau rusak. Model desain dianalisis. menggunakan metode perhitungan manual dan software PV Elite. Analisis difokuskan pada jenis bahan yang biasa digunakan. Pada model desain yang dibuat kemudian di analisa tegangan yang terjadi. Setelah melakukan perhitungan, ketebalan nominal plat head sebesar 16 mm dan shell 12 mm, tegangan tangensial 93.33 Mpa dan tegangan longitudinal 46.66 Mpa, faktor keamanan sebesar 3.32. Hasil penelitian menunjukkan material dan dimensi yang ada dapat digunakan untuk merancang, ini dilihat dari kekuatan menahan beban.

## BAB 1 PENDAHULUAN

Pressure Vessel adalah tempat penampungan zat cair atau gas dengan tekanan lebih tinggi dari tekanan atmosfer. Pressure Vessel dapat juga digunakan sebagai *boiler*, *heat exchanger*, reaktor atau lainnya. Saat dunia terus beralih ke dekarbonisasi dalam produksi bahan kimia, dan permintaan pasar yang kuat mendorong transisi ke energi bebas karbon, peran amonia dalam ekonomi energi hijau terus berkembang. Terkenal karena peran tradisionalnya dalam produksi pupuk, amonia mendapat perhatian dalam aplikasi lain sebagai salah satu bagian untuk menghasilkan energi pembangkit listrik.

Pressure Vessel yang dibuat akan digunakan untuk pengelolaan gas amonia. Nama dari Pressure Vessel sendiri adalah Ammonia Receiver. Ammonia Receiver yang menampung gas ammonia ini sangat berbahaya yang dapat menimbulkan resiko tinggi dan dapat menyebabkan kecelakaan, seperti terjadinya ledakan. Kerugian yang terjadi bukan hanya diarea ledakannya tersebut, akan tetapi gas ammonia akan terpapar ke daerah - daerah terdekat dari pembangkit listrik tersebut sehingga resiko ini sangat berbahaya bagi masyarakat setempat. Karena paparan gas ammonia ini akan menimbulkan resiko kesehatan yang terpajan melalui pernapasan dan dapat mengakibatkan iritasi yang kuat terhadap sistem pernapasan. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat perancangan ammonia receiver sesuai dengan kebutuhan client berdasarkan code ASME section VIII div.1 dengan menggunakan metode manual kalkulasi dan software PV Elite sebagai pembanding. ASME membuat standar - standar dimensi dalam mendesain Pressure Vessel meliputi head, shell, saddle serta ketebalannya. Untuk pemodelan dari perancangan Pressure Vessel. Untuk kekuatan Structural menggunakan menggunakan standar ASCE.

## BAB 2 TEORI DASAR

### 2.1. *Ammonia Receiver*

*Ammonia Receiver* disebut juga sebagai pressure vessel yaitu wadah tertutup yang dirancang untuk menampung cairan atau gas pada temperatur dan tekanan yang berbeda dari lingkungan. Fungsi dari *Ammonia Receiver* adalah untuk menyimpan ammonia ( $\text{NH}_3$ ) cair yang berasal dari suplai produksi ammonia pabrik dan suplai ammonia melalui kapal tengker. Selama disimpan dalam ammonia receiver, kondisi ammonia dipertahankan dalam kesetimbangan, panas yang masuk pada ammonia receiver dan berada diatas kesetimbangannya akan digunakan untuk menguapkan sejumlah ammonia dalam wadah tertutup, proses ini disebut dengan proses evaporasi. Selanjutnya uap yang terbentuk dalam wadah tertutup melalui unit kompresor akan dikompresi dan diembunkan secara terus menerus dengan kecepatan tertentu. Hal ini akan menekan kenaikan tekanan dalam wadah tertutup yang berbahaya. Setelah keluar dari kompresor, uap ammonia akan didinginkan didalam condenser yang bertujuan untuk menurunkan suhu ammonia, setelah itu ammonia diubah fase menjadi liquid pada expansion valve, dan dialirkan lagi menuju ammonia receiver, proses ini berlangsung secara continue untuk menjaga kestabilan penyimpanan ammonia pada wadah tertutup. Gambar 2.1 menunjukkan contoh *Ammonia Receiver* yang ada di Industri.



**Gambar 2.1** Ammonia Receiver di Industri

Kelebihan pressure horizontal antara lain :

- a. Ammonia Receiver horizontal memiliki luas batas antar muka gas-cairan yang lebih besar, sehingga memperbolehkan kecepatan gas yang lebih tinggi.
- b. Ammonia Receiver horizontal dapat menangani gas dalam jumlah yang besar secara ekonomis dan efisien.
- c. Ammonia Receiver horizontal lebih murah untuk dibuat dan dikirim ke lokasi dibandingkan Ammonia Receiver vertikal.
- d. Ammonia Receiver horizontal lebih mudah dan lebih murah untuk dipasang dan diperbaiki.

Kekurangan Ammonia Receiver horizontal antara lain :

- a. Ammonia Receiver horizontal Pengontrolan level cairan lebih rumit dari pada Ammonia Receiver vertical.
- b. Ammonia Receiver membutuhkan area tempat yang lebih besar untuk penempatannya.

## 2.2. Kontruksi

Kontruksi yang dibuat untuk pressure vessel umumnya mengalami tegangan tarik akibat adanya tekanan internal dalam vessel. Tegangan ini menyebabkan gaya tarik pada dinding bejana. Secara sederhana tegangan dapat didefinisikan sebagai gaya per satuan luas penampang. Besarnya Tegangan ( $\sigma$ ) yang terjadi dapat dihitung dengan rumus umum sbb.:

$$\sigma = F/A \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

dimana

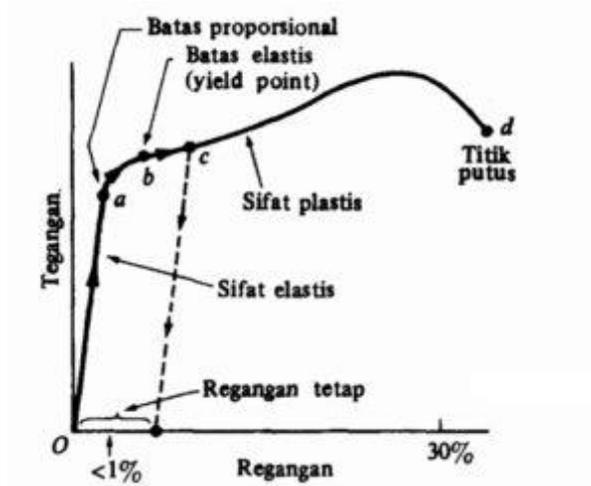
F = gaya (N)

A = luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

Tegangan tarik ( $\sigma_t$ ) adalah tegangan akibat gaya tarik, gaya bekerja segaris dengan sumbu utama benda / komponen, tegangan tarik disebut juga dengan tegangan normal (Normal Stress). Tegangan tekan ( $\sigma_c$ ) adalah tegangan akibat gaya tekan. Pada kasus ini gaya bekerja segaris dengan sumbu utama benda / komponen. Tegangan geser ( $\tau$ ) adalah tegangan akibat gaya geser

$$\tau = F/A \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Secara umum hubungan antara tegangan dan regangan dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Diagram tegangan-regangan

Dari diagram tegangan regangan pada gambar 2.2 diatas terdapat tiga daerah kerja yaitu

- Daerah Elastis yang digunakan dalam desainkontruksi mesin.
- Daerah Plastis yang digunakan untuk prosespembentukan material.
- Daerah Maksimum yang digunakan dalamproses pemotongan material.

Pada daerah elastis berlaku rasio tegangan dan regangan yang merupakan Modulus Elastisitas (E). perbandingan antaea tegangan dan regangan yang berasal dari diagram tegangan regangan dapat ditulis :

$$E = \sigma/\epsilon$$

Tegangan pada daerah elastis (proposional) sebanding lurus dengan modulus elastisitas dikalikan dengan regangannya. Persamaan lenturan yang terjadi berdasarkan persamaan kurva elastis.

### 2.3. Fluida Kerja

Fluida adalah suatu zat yang bentuknya dapat berubah secara terus menerus akibat adanya tegangan geser. Pada benda padat gaya geser menyebabkan

terjadinya perubahan bentuk atau deformasi, akan tetapi fluida yang mempunyai bentuk kekentalan maupun yang cair akan mengalami pergeseran antara satu bagian terhadap lainnya bila ada gaya geser yang bekerja padanya. ada dua bentuk fluida yang kita kenal yaitu ; cairan dan gas atau udara. Cairan memiliki sifat bila diberikan dalam bentuk volume yang tertentu akan dapat berubah bentuknya mengikuti bentuk ruang yang ditempatinya, sedangkan gas akan selalu mengisi tempatnya berapapun besarnya dan volumenya. Pada cairan diperlukan perubahan tekanan dan temperatur yang besar untuk memperoleh volume yang mudah terlihat. Cairan dapat dikatakan incompressible karena cairan tidak dapat dikompresikan, sedangkan gas dikatakan compressible karena gas dapat di kompresikan.

Beban yang harus diperhatikan didalam merencanakan Ammonia Receiver yaitu :

a. Tekanan kerja (operating pressure)

Adalah tekanan maksimum kerja yang diizinkan pada pengukur puncak bejana lengkap dalam posisi operasinya pada suhu yang telah ditentukan. Tekanan ini ditentukan atas dasar kalkulasi terhadap setiap elemen Ammonia Receiver dengan menggunakan tebal nominal, tidak termasuk untuk korosi yang diijinkan pada bahan yang akan digunakan dan tebal dinding yang diperlukan, Tekanan kerja maksimal ini menjadi dasar untuk pengetesan tekanan.

b. Tekanan perencanaan (design pressure)

Adalah tekanan perencanaan digunakan untuk mendisain Ammonia Receiver, untuk menghitung tebal maksimum yang diizinkan atau menentukan karakteristik fisik bahan-bahan yang akan digunakan didalam Ammonia Receiver, selain itu dapat menentukan tekanan kerja maksimum yang diizinkan sesuai dengan bahan atau material yang akan dipakai. tekanan perencanaan ini lebih besar sedikit sekitar 10% lebih tinggi dari tekanan kerja (operating pressure) atau tekanan normal pada saat terjadi proses pemisahan di dalam Ammonia Receiver.

c. Tekanan kerja maximum yang diizinkan (maximum allowable working pressure) Adalah tekanan yang timbul dari Ammonia Receiver yang terjadi pada bagian titik terlemah.

d. Tegangan maksimal yang diizinkan (maximum allowable stress value) Unit tegangan maksimal yang diizinkan, untuk bahan yang telah dispesifikasikan

mempunyai nilai tegangan yang diizinkan, yang dapat digunakan dalam rumus perencanaan yang tercantum dalam standard material yang akan digunakan didalam perencanaan Ammonia Receiver.

e. Pneumatic test pressure (pegetesan bertekanan pneumatic) untuk pengetesan Ammonia Receiver dengan cara pneumatic yaitu dengan cara menaikkan tekanan sebesar 1.25 kali dari kondisi maximum tekanan kerja yang diizinkan atau tekanan kerja yang direncanakan.

Dalam perencanaan Ammonia Receiver akan diasumsikan bekerja pada kondisi-kondisi sebagai berikut :

- a. dalam kondisi berkarat/terjadinya korosi
- b. dibawah pengaruh temperatur perencanaan (design temperature)
- c. dalam posisi operasi normal (working pressure)
- d. dibawah pengaruh-pengaruh beban-beban yang lainnya (beban angin, tekanan dari dalam, tekanan pneumatic, dan lain – lain). Material tambahan yang mana akan mempengaruhi tekanan internal.

## BAB 3

### TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

#### 3.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

mencari desain rancangan ammonia receiver *pressure vessel horizontal* pada tekanan 25,1 barg dan temperatur 60°C yang aman dan mempunyai ketahanan yang lebih baik dalam menahan beban. Pemilihan geometri dan material yang tepat sehingga tidak mudah pingsan, tidak terlalu berat dan dapat menahan kekakuan alat serta mempunyai derajat keamanan yang tinggi dengan geometri yang diinginkan.

#### 3.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a) Membantu para perancang *pressure vessel ammonia receiver* untuk memilih material dan dimensi yang tepat.
- b) Sebagai sarana dari penelitian dan pengembangan ilmu di bidang industry manufaktur.
- c) Data hasil pengujian dapat digunakan dan dijadikan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya.

## BAB 4 METODE PENELITIAN

Model komputer 3-D dari *pressure vessel* dibuat menggunakan PV elite. Hasil yang dipantau adalah distribusi tegangan pada keseluruhan rangka penyangga alat pelindung diri dan mata pisau yang digunakan. Material yang dipakai bisa dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 4.1 Material properties

No	Part	Material	Temperatur (°C)	Allowable Stress (N/mm <sup>2</sup> )
1	Shell	SA 516 Gr. 70	120	138
2	Head	SA 516 Gr. 70	120	138
	Nozzle Flange	SA 350 LF2	120	138
	Nozzle Neck	SA 333 Gr. 6	120	118
3.	Nozzle Coupling	SA 105	120	138
4	Pads	SA 516 Gr. 70	120	138
5	Saddle	SA 36	120	114

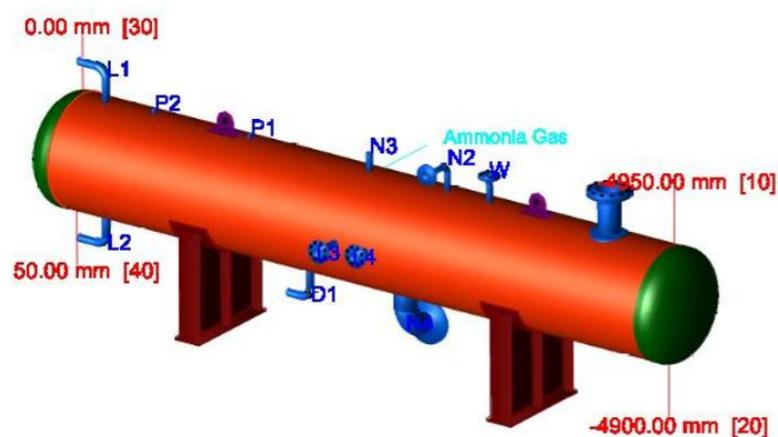
### 4.1 Desain Penelitian

Proses desain dimulai dengan mengumpulkan data masukan *pressure vessel* untuk amonia receiver. Model *pressure vessel* untuk amonia receiver dibuat desainnya untuk dianalisa. Gambar 4.1 menunjukkan proses desain yang digunakan.



Gambar 4.1 Desain Penelitian

Computer Aided Design (CAD) perangkat lunak digunakan dalam merancang model Gambar 4.2. Analisis difokuskan pada jenis bahan yang biasa digunakan untuk rangka *pressure vessel* untuk amonia receiver yang banyak didapatkan dipasaran. Lendutan dan tegangan yang terjadi kemudian dievaluasi.



Gambar 4.2 Desain *Pressure vessel*

## 4.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian melalui empat tahap berikut:

1. Model *pressure vessel* untuk amonia receiver dibuat menggunakan perangkat lunak dari Computer Aided Draft Design (CADD).
2. Kemudian model dari CADD ini dianalisis.
3. Lendutan dan tegangan yang terjadi pada setiap model dianalisa dan dibandingkan.
4. Memilih dimensi terbaik berdasarkan kekuatan, kekakuan dan nilai ekonomisnya.

## 4.3 Data Perancangan

Untuk memudahkan dalam proses analisis sebuah bejana tekan, diperlukan gambaran dan data-data spesifik yang telah ada. Adapun data spesifikasi dari ammonia receiver vessel horizontal yang digunakan tersebut adalah sebagai berikut.

Desain Data Awal Tekanan

Desain Dalam (Pinternal) = 28 BarG

Tekanan Desain Luar (Peksternal) = 1.034 BarG

Temperatur Desain (T) = 120 0C

Diameter dalam (Di/ID) = 800 mm

Jari – jari dalam (Ri) = 400 mm

Korosi yang diizinkan (CA) = 0 mm

Joint Efficiency for Shell and Head (E) = 0.85

Joint Efficiency for Nozzle to Shell (E) = 0.85

Panjang Vessel Wl to Wl L = 4900 mm

Wind Velocity (V) = 50 m/s

Earthquake Zone = Zona 2A

## BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertama kali dilakukan perhitungan manual untuk head dengan data awal sebagai berikut:

Tekanan Desain ( P ) = 28 BarG

Desain temperatur ( T ) = 1200 C

Corrosion Allowance ( CA ) = 0 mm

Radiografi Test ( E ) = 0.85 (UW-12 TYPE(1)(b))

Material = SA 516 Gr 70

Allowable Stress ( s ) = 138 N/mm<sup>2</sup>

Berdasarkan data ini dilakukan perhitungan manual sebagai berikut:

$$t_r = \frac{P \cdot D_c}{2SE - 0,2P}$$

ref : (Megyesy, 2001)

$$\begin{aligned} t_r &= \frac{28 \text{ BarG} \times 800 \text{ mm}}{2 \left( 138 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right) (0.85) - 0.2(28 \text{ BarG})} \\ &= \frac{22,400 \text{ BarG mm}}{234.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} (10) - 5.6 \text{ BarG}} \\ &= \frac{22,400 \text{ BarG mm}}{2,340.4 \text{ BarG}} \\ &= 9.571 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ketebalan minimum dari head yang didapat adalah 9.571 mm. Karena diperoleh ketebalan minimum adalah 9.571 mm, sedangkan tebal plate yang terdapat dipasaran itu 16 mm maka digunakan plat standar yaitu:  $t_u = 16 \text{ mm}$ . Dengan tebal 16 mm ini kemudian dihitung ulang tekanan kerjanya dengan rumus yang sama diatas yaitu menjadi 54.98 BarG.

Pada perancangan shell, akan dihitung tebal Shell pada kondisi tekanan internal dan tekanan eksternal untuk Circumferential Stress dimana material yang akan digunakan adalah SA 516 Gr.70N. dengan data-data sebagai berikut :

Tekanan Desain ( p ) = 28 BarG

Desain temperatur ( T ) = 120o C

Corrosion Allowance ( CA ) = 0 mm

Radiografi Test ( E ) = 0,85 ( UW-12 TYPE (1) (b) )

Material = SA 516 Gr 70N

Allowable Stress ( s ) = 138 N/mm<sup>2</sup>

Berdasarkan data ini dilakukan perhitungan manual sebagai berikut:

$$t_r = \frac{P \cdot R_c}{SE - 0.6P}$$

(ref : (Megyesy, 2001)

$$\begin{aligned} t_r &= \frac{28 \text{ BarG} \times 400 \text{ mm}}{(138 \text{ N/mm}^2)(0.85) - 0.6(28)} \\ &= \frac{11,200 \text{ BarG mm}}{117.3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} (10) - 16.8 \text{ BarG}} \\ &= \frac{11,200 \text{ BarG mm}}{1,156.2 \text{ BarG}} \\ &= 9.687 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi, ketebalan shell yang didapat adalah 9.687 mm.

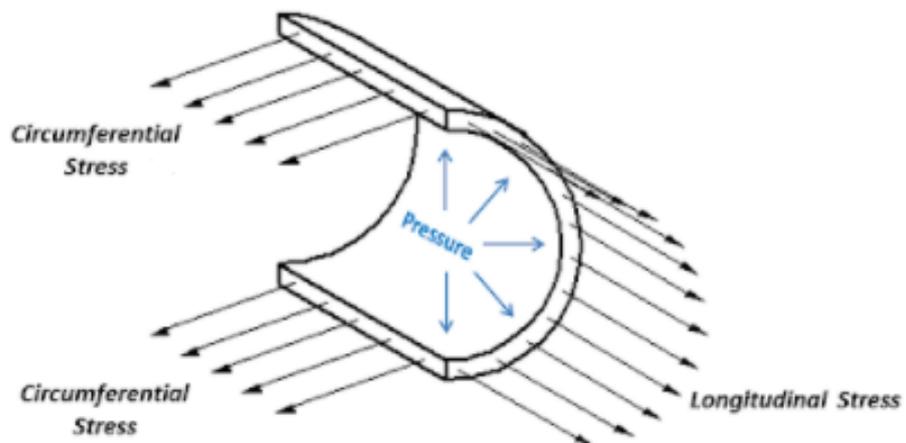
Sedangkan untuk perhitungan Longitudinal Stress dapat dilakukan sebagai berikut:

$$t_r = \frac{P \cdot R_c}{2SE - 0.4P}$$

ref : (ASME Section VIII Division 1, 2017)

$$\begin{aligned} t_r &= \frac{28 \text{ BarG} \times 400 \text{ mm}}{2(138 \text{ N/mm}^2)(0.85) - 0.4(28)} \\ &= \frac{11200 \text{ BarG mm}}{234.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} (10) - 11.2 \text{ BarG}} \\ &= \frac{11,200 \text{ BarG mm}}{2,334.8 \text{ BarG}} \\ &= 4.797 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi, ketebalan shell yang didapat adalah 4.797 mm. Dari hasil di atas diketahui bahwa ketebalan yang berasal dari Circumferential Stress lebih besar yaitu 9.687 mm dibandingkan Longitudinal Stress yaitu 4.797, maka dipilih tekanan berdasarkan Circumferential Stress (Longitudinal Joints) = 9.687 mm.



Gambar 5.1 Longitudinal dan Circumferensial Stress

Hasil perhitungan manual selanjutnya dibandingkan dengan hasil menggunakan software PV Elite. Hasil ini bisa dilihat pada tabel 5.1

**Tabel 5.1** Tabel hasil perhitungan manual dan software PV Elite

No	Description	Hasil Perhitungan		Deviasi < 2.5 %
		Manual	PV Elite	
1	<i>Internal Pressure</i>			
1.1	<i>Head</i>			
	Minimal ketebalan <i>head</i> yang dibutuhkan	9.571 mm	9.579 mm	0.084
	MAWP setelah forming	35.080 BarG	35.055 BarG	0.071
	MAP( <i>Maximum Allowable Pressure</i> )	35.080 BarG	35.055 BarG	0.071
1.2	<i>Shell</i>			
	Minimal ketebalan <i>shell</i> yang dibutuhkan	9.6870 mm	9.7204 mm	0.345

Proses kalkulasi pada analisis rancangan ammonia receiver vessel horizontal yang berisi ammonia gas pada tekanan desain 28 BarG / tekanan operasi 25.1 BarG dan temperatur desain 120 oC / temperatur operasi 60 oC mengacu pada standar ASME, dan Hanbook Pressure Vessel.

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan didapat ketebalan nominal dari plat untuk head dipilih 16 mm dan shell adalah 12 m agar dapat memenuhi kebutuhan minimal plat. Sedangkan untuk nozzle mengacu pada ketebalan nominal ANSI.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode perbandingan manual dan software PV Elite, dengan membandingkan perhitungan shell, head, dan nozzle. Dimana dari hasil tersebut secara keseluruhan diketahui deviasi tidak melebihi dari batas toleransi yaitu 2.5%. Akan tetapi pada perhitungan ini ditemukan adanya deviasi yang melebihi toleransi pada perhitungan nozzle, luas area lasan (A41, A42, A43) pada perhitungan manual memiliki hasil 140.220 mm<sup>2</sup>, sedangkan pada perhitungan software PV Elite dengan nilai 154.722 mm<sup>2</sup>. Dari perhitungan ini diketahui deviasi sebesar 10.342%, hasil ini melebihi batas toleransi yang sudah ditentukan yaitu 2.5%. Dari permasalahan tersebut ditemukan bahwa adanya perbedaan rumus pada A42. Pada perhitungan manual ini berdasarkan ASME Sec. VIII Div.1 menggunakan rumus  $A42 = (leg)^2 fr4$ , sedangkan pada software PV Elite  $A42 = (leg)^2 fr2$ .

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan, analisa tegangan di ammonia receiver yaitu meliputi tegangan tangensial dan tegangan longitudinal.

Dimana diketahui untuk tegangan tangensial besar nilai tegangannya adalah 93.33 Mpa, sedangkan pada tegangan longitudinal nilai tegangannya adalah 46.66 Mpa.

Dari hasil perhitungan faktor keamanan ammonia receiver yang dirancang, tegangan luluh tidak boleh lebih kurang dari 3. Faktor keamanan menggunakan analisa teori kegagalan elastik material menggunakan kriteria von misses dengan menyebutkan bahwa luluh akan terjadi bila tegangan geser oktahedral maksimum yang diketahui dari hasil tes tarik material standar dengan beban uniaksial, dimana faktor keamanan ammonia receiver sebesar 3.32 sedangkan pada kondisi Maximum Allowable Working Pressure (MAWP) untuk head dan shell sebesar 3.34.

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan kekuatan terhadap beban-beban yang terjadi, rancangan tersebut secara teknikal aman. Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan, diketahui untuk tegangan tangensial besar nilai tegangannya adalah 93.33 Mpa, sedangkan pada tegangan longitudinal nilai tegangannya adalah 46.66 Mpa.

Dari hasil perhitungan faktor keamanan ammonia receiver yang dirancang, tegangan luluh tidak boleh lebih kurang dari 3.

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan didapat ketebalan nominal dari plat untuk head dipilih 16 mm dan shell adalah 12 mm agar dapat memenuhi kebutuhan minimal plat.

Dasar perhitungan tersebut juga: melibatkan kalkulasi terhadap tekanan dalam (*internal pressure*), kalkulasi terhadap tekanan luar (*external pressure*), kalkulasi column (*tall tower*), kalkulasi penyangga, kalkulasi beban nozzle, kalkulasi MAWP, kalkulasi beban angin dan gempa (*wind & seismic*).

#### Saran

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, penulis menyarankan perlu adanya penelitian lebih jauh tentang bagian-bagian dari bejana tekan ini dengan mempertimbangkan kondisi operasi yang lebih sesuai dengan kondisi di lapangan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya terhadap semua pihak yang telah membantu khususnya Institut Teknologi Indonesia baik dari Program Studi Mesin ITI juga Pusat Riset Dan Pengabdian Masyarakat - ITI.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anefin Dwima, Kasatriawan, 2012, “Proses Pembuatan Rangka Pada Alat pelindung diri Sampah Organik Sebagai Bahan Dasar Pupuk Kompos,” Proyek akhir, Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Yogyakarta .
- [2] April Yanto Wibowo, 2011, “Proses Pembuatan Rangka Pada Mesin Roll Pelat Penggerak Elektrik,” Proyek akhir, Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [3] E. Widya P., 2015, “Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Laut Skala Ukm,” Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 2 No. 2 Pp. 11–16.
- [4] M. Lutfi, S. Setiawan, W. A. Nugroho, T. Pertanian, 2010, “Rancang Bangun Perajang Ubi Kayu Pisau Horizontal,” Rekayasa Mesin, Vol. 1, No. 2, Pp. 41–46.
- [5] Indra Gunawan, 2009 “Perencanaan Mesin Dan Analisa Statik Rangka Mesin Pencacah Rumput Gajah Dengan Menggunakan Software Catia V5,” Skripsi, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Gunadharma .
- [6] S. Kuntoro, M. Kabib, 2018, “Analisis Kekuatan Dies Frame Link Pada Mesin Roll Pipa 2 In Penggerak Hidrolik Dengan Metode Elemen Hingga,” Jurnal SIMETRIS,. Tek. Mesin, Elektro Dan Ilmu Komput., Vol. 9, No. 2, Pp. 941–946.
- [7] A. Rofeg, M. Kabib, 2018, “Analisa Tegangan Screw Conveyor Pada Mesin Pencampur Garam Dan Iodium sesuai SNI 3556 dengan Metode Elemen Hingga” , Jurnal SIMETRIS, Vol. 9, No. 2, Pp. 935–940.
- [8] F. Albaha, 2011, “Proses Pembuatan Rangka Pada Alat pelindung diri Daun Tembakau,” Proyek Akhir, Pendidikan Teknik Mesin, UNY.
- [9] N. Adi P, 2018 “Rancang Bangun Rangka Mesin Pemotong Makanan Ringan (Dodol) Kapasitas 70 Kg,” Tugaas Akhir, Teknik Mesin, UMK.