

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah suatu cara yang digunakan dalam penelitian, sehingga pelaksanaan dan hasil penelitian bisa untuk dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Penelitian ini menggunakan metode numerik yang berbasis elemen hingga dengan menggunakan *software* ANSYS 10.

A. Pengumpulan Data Tabung Gas 3 KG

Data untuk kapasitas tabung gas 3 kg adalah sebagai berikut:

Table 2. Data untuk kapasitas tabung gas 3 kg

No	Parameter	Nilai
1	<i>Temperature</i>	-40 sd 60 °C
2	<i>Volume</i>	7.3 L
3	<i>Operating pressure</i>	2.1 MPa
4	<i>Hydrotest pressure</i>	3.2 MPa
5	<i>Weight</i>	

Adapun untuk dimensi tabung toroidal yang digunakan adalah :

Tabel 3. Dimensi tabung toroidal 3 kg

No	Parameter	Simbol	Simbol (program)	Nilai
1	Jari - jari penampang	r	r	45.2 mm
2	Jari - jari toroidal	R	Rho	180.9 mm
3	Tebal <i>shell</i>	t	t	2.3 mm
4.	Jari-jari nosel	-	-	12.5mm

(sumber : www.pertamina.com)

Tabel 4. *Proprties of materials* tabung toroidal 3 kg

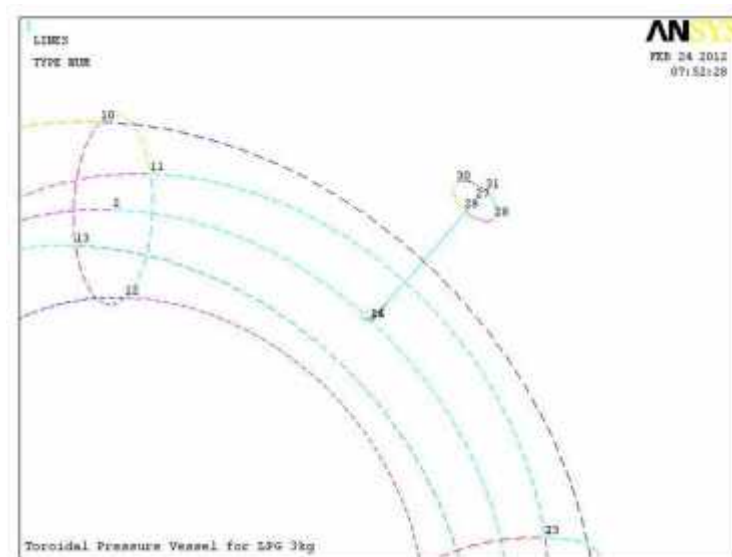
No.	Spesifikasi	Simbol	Simbol (program)	Nilai
1.	<i>Modulus young</i>	E	e	207 GPa
2.	<i>Yield stress</i>	σ_y	S_{yield}	295MPa
3.	<i>posision ratio</i>			0.03

Spesifikasi material model bejana tekan dipilih berdasarkan tabung LPG 3 kg yaitu SG-295 yang diambil berdasarkan ASTM-A414 yang memiliki modulus elastisitas, E sebesar 207 GPa, tegangan luluh (*yield stress*) σ_y sebesar 295 MPa, kekuatan tarik puncak (*ultimate tensile strength*) sebesar 487 MPa dan *posision ratio* 0.03

Pada penelitian ini digunakan asumsi model bejana tekan berupa *shell* dinding tipis (*thinshell*), dan ketebalan bejana tekan model dianggap merata dengan halus dan tidak ada *ovality* pada penampang toroidal. Material diasumsikan bersifat *elastic-perfect plastic* dengan tabel data untuk model material *bilinear kinematic*, dan modulus plastisitas diasumsikan sebesar 100.

B. Nosel

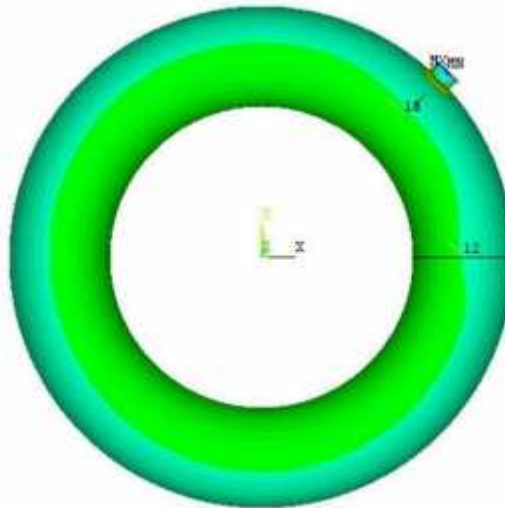
Membuat nosel yang akan di *intercept* pada tabung toroidal, yaitu dengan membuat *keypoint* yang akan dijadikan pusat nosel. Satu *keypoint* (*keypoint.26*) terletak disepanjang diameter penampang toroidal dengan sumbu x dan y sebagai acuannya. Sedangkan satu *keypoint* lainnya (*keypoint 27*) sebagai pusat lingkaran nosel diluar tabung, terletak pada suatu posisi sehingga garis yang menghubungkan kedua titik searah radial penampang (lihat Gambar 22).



Gambar 21. *Line* nosel

Dari garis-garis lingkaran yang terbentuk dengan pusat *keypoint 27* dapat dibuat sebuah area lingkaran. Kemudian dibuat garis dari *keypoint 26* ke *keypoint 27* seperti terlihat pada gambar 25, sehingga area lingkaran yang dibuat dapat dilakukan proses *extrude* terhadap garis tersebut. Setelah dilakukan proses *extrude* maka akan terbentuk silinder yang memotong penampang toroidal. Karena penampang dari silinder tersebut masih ada maka area tersebut harus

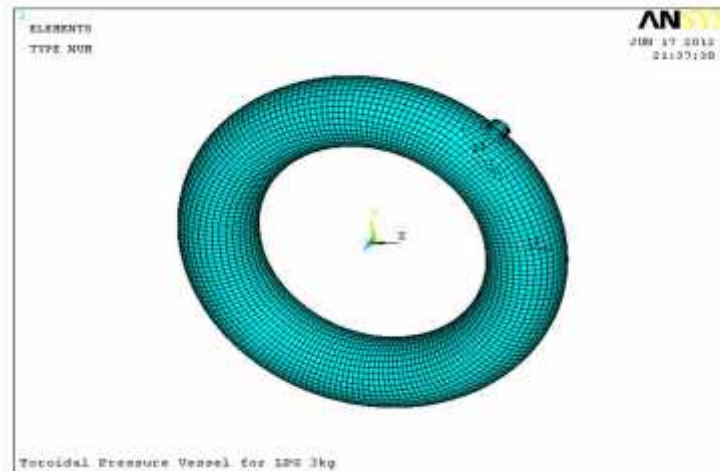
dibuang sehingga bisa dianggap sebagai nosel silinder. Setelah terbentuk nosel maka area yang berhubungan dengan tabung toroidal harus disambung terlebih dahulu dengan perintah *aglua* .



Gambar 22. Model Tabung Toroidal dengan nosel silinder

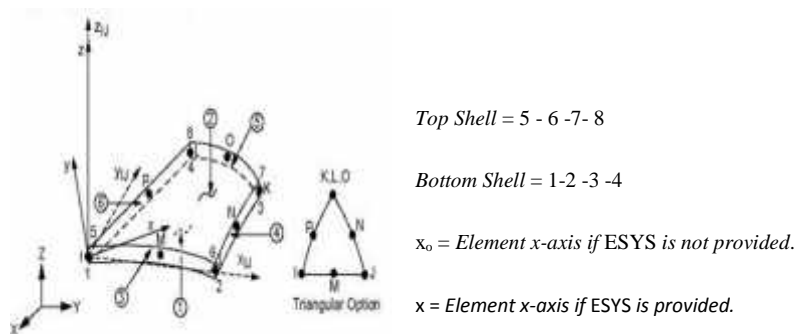
C. Pembagian Elemen (*Meshing*)

Elemen pada model dibagi dalam dua bidang, yakni longitudinal dan *circumferential*. Jumlah elemen yang digunakan adalah 180 pada arah longitudinal dan 36 dalam arah keliling penampang. Jadi jumlah total elemen adalah 6480 elemen pada bagian toroidal sebelum ada nosel. Sedangkan untuk nosel sendiri jumlah elemen yang digunakan adalah 720. Jumlah elemen seluruhnya adalah 6637 dan jumlah nodal adalah 20014.



Gambar 23. Pembagian elemen (*Meshing*) Pada ANSYS

Elemen yang dibuat berupa elemen persegi dengan tipe elemen yang digunakan adalah elemen SHELL 93. SHELL 93 ini sangat cocok terutama untuk model yang memiliki bentuk melengkung (*Curved Shell*). Elemen ini memiliki enam derajat kebebasan (DOF) pada setiap nodenya : translasi pada *node* x, y, dan z, serta rotasi nodal pada sumbu x, y, dan z. Bentuk deformasinya adalah quadratic di kedua bidang. Elemen ini memiliki plastisitas, kekakuan tegangan, defleksi yang besar, serta kemampuan meregang yang besar.



Gambar 24. Komponen *Shell 93*

D. Penentuan Kondisi Batas dan Pembebanan

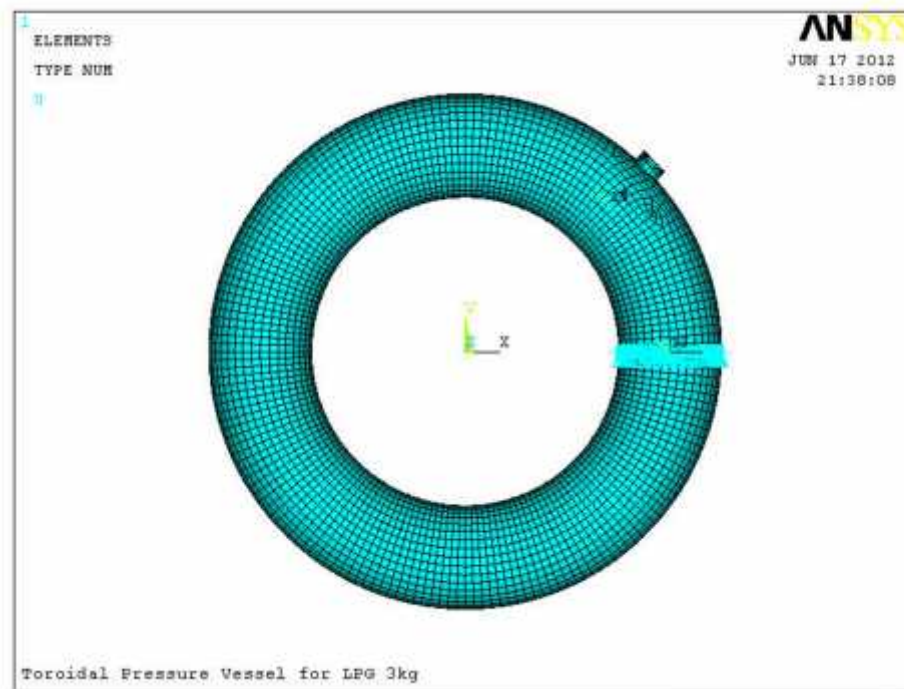
Kondisi batas pada konfigurasi bejana tekan yang ditinjau dan besar nilai pembebanannya batas yaitu:

1. Perpindahan (*displacement*) seluruh node pada $= 0$ adalah nol pada arah arah longitudinal dan keliling.
2. Beban Internal Pressure yang bekerja merata pada bejana tekan yang bernilai sebesar 18 MPa. Beban internal pressure yang diberikan dapat diperoleh dari persamaan berikut.

$$P_y = \frac{2 \cdot y \cdot t}{2.333r} = \frac{2(295) \cdot 2.3}{2.333(45.2)} = 12.868 \text{ MPa}$$

Sehingga beban yang diberikan harus melebihi batas maksimum P_y yaitu :
12.8 MPa

3. Nilai variasi beban *internal pressure* pada program ANSYS dibuat dengan memberikan beban bertahap dan mengatur tingkat pembebanan. Dengan demikian, nilai beban yang bekerja pada *shell* model sama dengan tingkat pembebanan. Langkah pembebanan dibuat menggunakan perintah DELTIM dengan langkah awal sebesar 0.5, langkah waktu minimum 0.1, dan langkah maksimum 1. Perintah NLGEOM, *ON* diberikan untuk memungkinkan terjadinya defleksi yang besar pada material hingga mengalami kegagalan.



Gambar 25. Kondisi batas pada bejana tekan

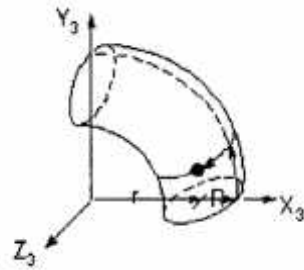
E. Solusi

Setelah melakukan penentuan kondisi batas, maka selanjutnya dapat dilakukan tahap solusi dengan analisis elemen hingga (*finite element analysis*) secara komputasi untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. Analisis non-linier menggunakan ANSYS perlu diberi perintah *OUTRES, ALL, ALL*, pada tahap solusi agar setiap *database* dan hasil pada setiap langkah pembebanan.

F. Pengambilan dan Pengolahan Data

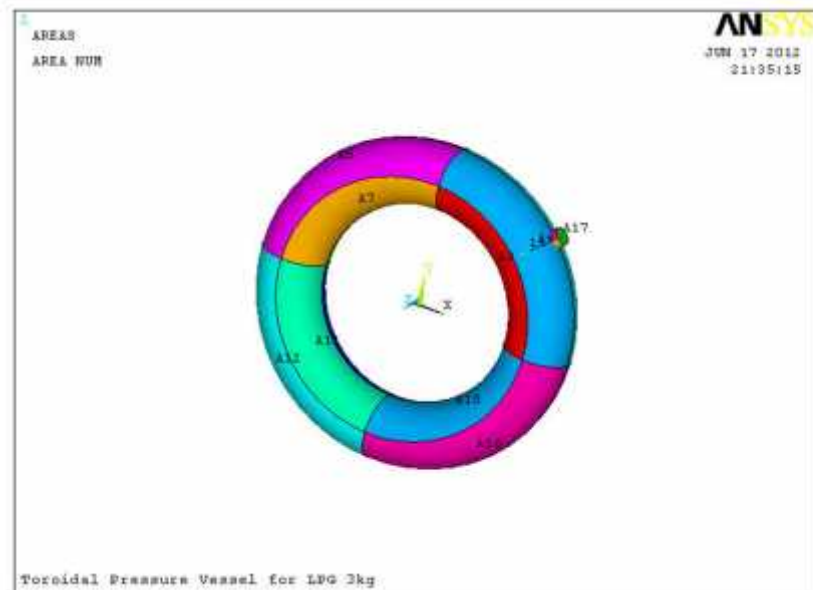
Dalam *software* ANSYS, perhitungan beban maksimum yang dapat diterima oleh model dilakukan dengan mengacu pada nilai tegangan maksimum yang terjadi pada setiap nilai beban akibat *bending*. Data yang telah didapat dan perhitungan

komputasi dapat diolah dan ditampilkan baik dalam bentuk tabel, kurva, perubahan kontur model, dan nilai eksaklainnya. Hasil keluaran dan program dinyatakan dalam koordinat toroidal.

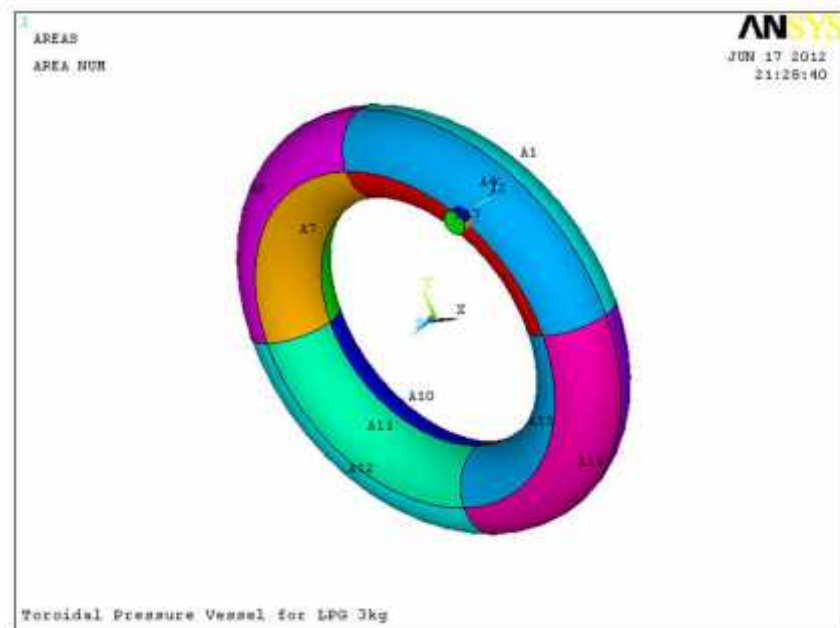
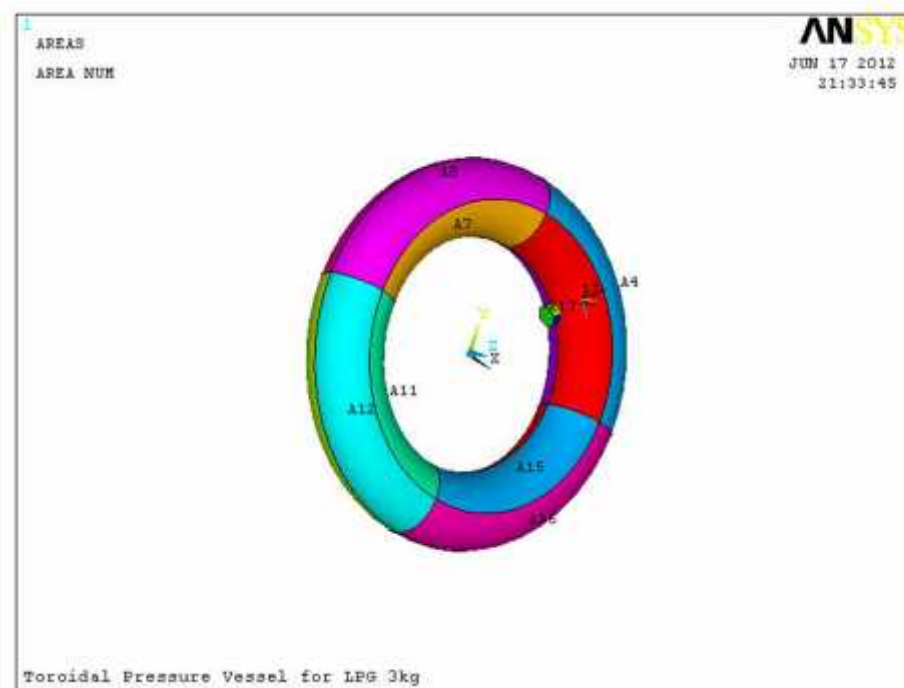


Gambar 26. Koordinat toroidal (R, θ, Φ) dengan parameter R untuk toroidal

Adapun proses simulasi dilakukan sebanyak 12 kali dengan jarak nosel yang berbeda-beda, yaitu : 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180 pada derajat radian.



Gambar 27. Model nosel radial pada sudut 0°

Gambar 28. Model nosel radial pada sudut 90^0 Gambar 29 Model nosel radial pada sudut 180^0

G. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

1. Waktu

Pelaksanaan tugas akhir ini adalah mulai pada tanggal 1 Maret 2012 sampai tanggal 30 juli 2012.

2. Tempat

Pengerjaan tugas akhir ini menggunakan *software* ANSYS 10 di Laboratorium Mekanika Struktur (d/h. fenomena dasar mesin) Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

3. 7. Diagram Alir Proses

