

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode yang Digunakan

Penelitian dilakukan menggunakan metode elemen hingga. Metode ini dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* ANSYS *WorkBench* untuk penggambaran model dan untuk mengestimasi kegagalan akibat *fatigue* pada *velg* mobil jenis Lenso.

3.2 Data Masukan

Material dan geometri yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :
Material yang digunakan adalah *Aluminium Alloy* 2014 –T6 dengan sifat sebagai berikut :

- Komposisi kimia : Al (90.4-95), Cr (max 0.1%), Cu (3.9-5), Fe (max 0.7), Mg (0.2-0.8) Mn (0.4-1.2), Si (0.5-1.2), Ti (max 0.15), Zn (max 0.25), Lainnya (0.05-0.15)
- Tegangan *yield* : 414 Mpa
- Tegangan *ultimate* : 483 Mpa
- Poisson's ratio : 0.33
- *Density* : 2800 kg/m²

Adapun data spesifikasi *velg* Lenso yang di gunakan pada penelitian ini adalah :

- Tipe *velg* : 16x7/Hole5x100/ET38
- Berat : 13.901 kg

3.3 Variabel Yang Diukur

Variabel yang diukur terdiri dari :

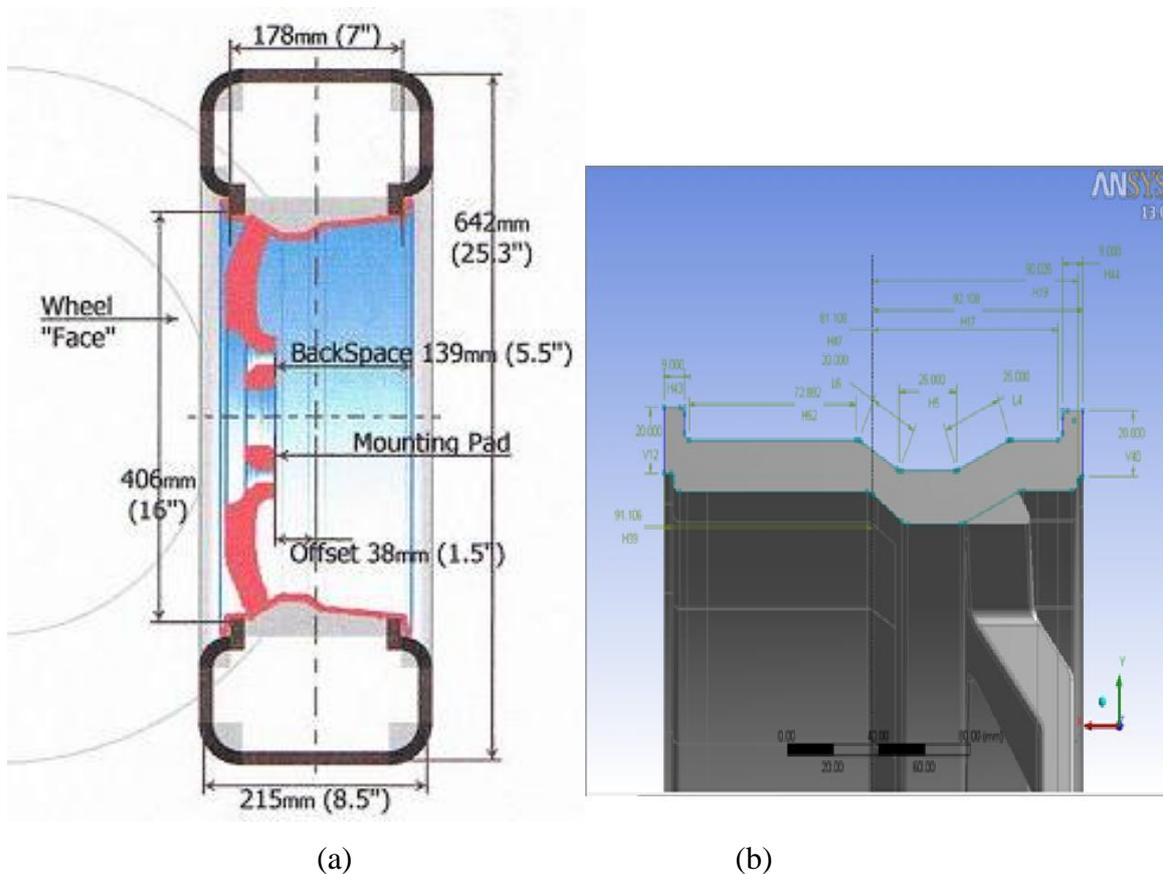
1. Variabel terkontrol, yaitu:
 - Putaran ban sebesar 90km/jam.
 - Pembebanan radial sebesar 500kg (5000 N)
 - Tekanan udara dalam ban sebesar 35 psi (241316.495 N/m²)
2. Variabel terikat (*Dependent Variable*)
 - *Alternative stress* (S_a)
 - Tegangan maksimum (S_{max})
 - Tegangan minimum (S_{min})
 - Tegangan rata-rata (S_m)

3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan November 2011 sampai selesai. Tempat yang digunakan dalam penelitian adalah Studio Rekayasa Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang, untuk mendapatkan hasil estimasi kegagalan akibat *fatigue* akan dibahas sebagai hasil penelitian.

3.5 Permodelan Velg Lenso

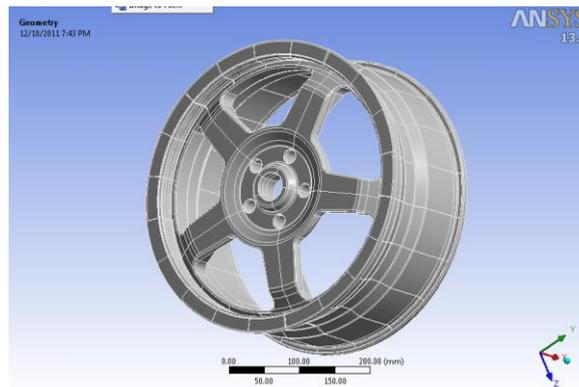
Permodelan geometri dari *velg* Lenso dibuat dengan menggunakan acuan ukuran sebenarnya. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kesalahan selama proses simulasi. Permodelan dilakukan dalam bentuk 3 dimensi.



Gambar 3.1 Permodelan 2 Dimensi dan Permodelan Ukuran *velg* Lenso

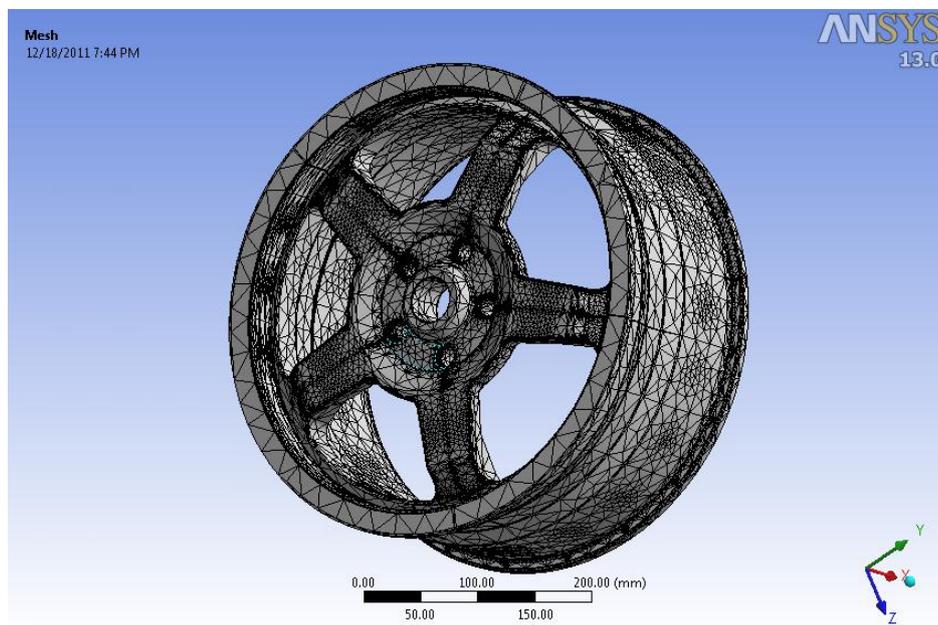
(a) Penampang Samping (b) Ukuran Bagian Luar

Permodelan 3 dimensi *velg* Lenso dapat dilihat pada gambar dibawah ini

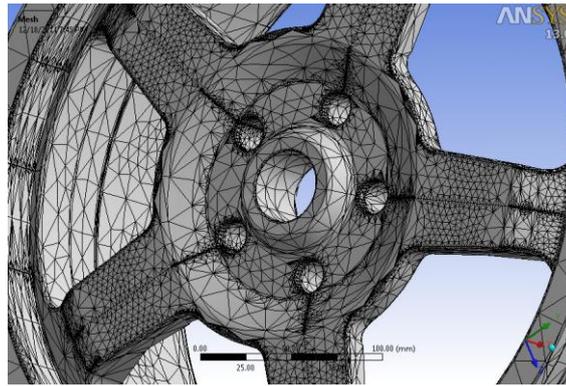


Gambar 3.2 Permodelan 3 Dimensi *velg* Lenso Menggunakan ANSYS

Permodelan elemen (*Meshing*) pada *software* ANSYS dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu cara manual dan otomatis. Pada cara manual, permodelan dengan cara menentukan ukuran elemen yang digunakan. Pada permodelan *velg* Lenso ini pembagian elemen (*meshing*) dilakukan dengan cara otomatis dimana ANSYS akan menentukan sendiri ukuran elemen yang digunakan. Hasil *meshing velg* Lenso dapat dilihat pada gambar 3.3



(a)



(b)

Gambar 3.3 Bentuk Pembagian Elemen (*Meshing*)

(a) Penampang Jauh (b) Penampang Dekat

3.6 Besar Pembebanan

Honda Jazz Generasi Kedua	
	
Produsen	Honda
Juga disebut	Honda Fit
Masa dalam produksi	2008-sekarang
Perakitan	Jepang, Thailand Brazil Greater Noida, India Inggris Indonesia Pingtung, Taiwan Guangzhou, RRC Filipina
Bentuk kerangka	hatchback 5 pintu
Layout	FF layout
Platform	GE
Mesin	Eropa dan Asia <ul style="list-style-type: none"> ■ L12A-i-VTEC 1.2 L I4 ■ L13A-i-VTEC 1.3 L I4 ■ L15A-i-VTEC 1.5 L I4 Amerika Utara <ul style="list-style-type: none"> ■ L15A-i-VTEC 1.5 L I4
Jarak sumbu roda	2.500 mm (98.4 in)
Panjang	3.985 mm (156.9 in)
Lebar	1.695 mm (66.7 in)
Tinggi	1.525 mm (60.0 in)
Berat kosong	1.070 kg (2,359 lb)
Kapasitas bahan bakar	42 liter
Mobil terkait	Honda City V Honda Insight II Honda Freed

Pada *velg* lenso yang akan diuji terjadi berbagai macam beban. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada keterangan dibawah ini

Besarnya beban radial diasumsikan berdasarkan berat pada mobil New Honda Jazz yang memiliki massa kosong sebesar 1070 kg (dapat dilihat dari tabel di samping) dan juga massa penumpang dengan asumsi masing-masing penumpang memiliki massa 80 kg sebanyak 5 orang (total massa penumpang 400 kg). Dan juga massa barang bawaan dengan asumsi sebesar 530 kg.

Dengan demikian, total massa yang diterima keempat buah roda adalah:

$$1070 + 400 + 530 = 2000 \text{ kg}$$

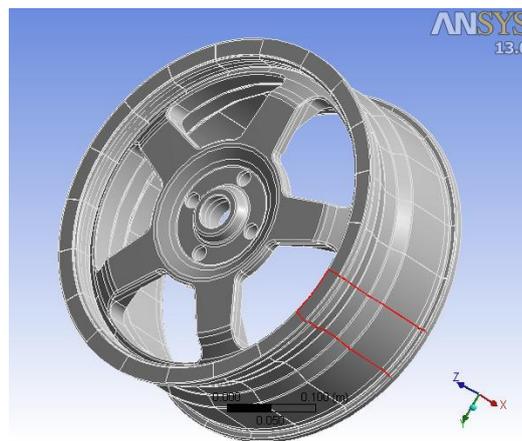
Masing-masing roda mendapatkan massa yang diterima sebesar $2000 : 4 = 500 \text{ kg}$ atau menerima gaya sebesar 5000 Newton

Sumber : http://id.wikipedia.org/wiki/Honda_Jazz

Disamping beban radial, ada beberapa macam beban yang bekerja pada *velg* lenso yang akan di uji, diantaranya:

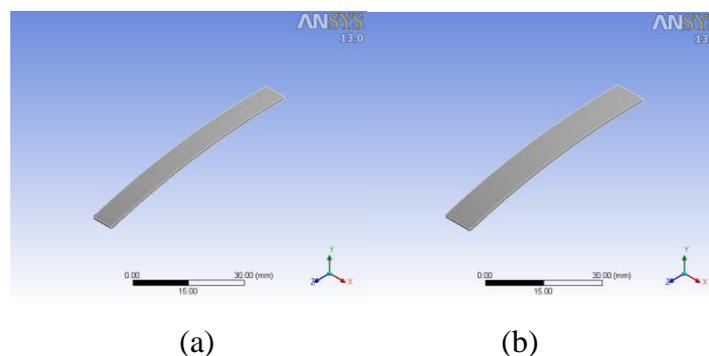
1. Beban akibat tekanan udara didalam *velg*.
2. Beban pada *Rim Flange Area*.
3. Beban pada *Bead Seat Area*.
4. Beban karena gaya sentrifugal.

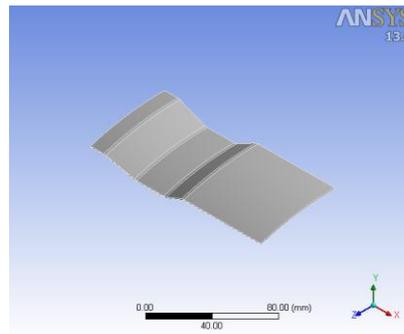
Untuk lebih mempermudah dalam penghitungan tekanan yang terjadi pada bagian 1 sampai 4, makan bagian rim *velg* Lenso akan dibagi menjadi 20 bagian, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3.4 Pembagian Bagian Luar *Velg* Lenso

Pada gambar diatas, bagian yang dikelilingi warna merah merupakan gambar 1 bagian hasil dari pembagian bagian luar *velg* lenso sebanyak 20 bagian. Untuk menentukan luas pada bagian yang terkena beban maka diambil contoh 1 dari 20 bagian tersebut dan di potong hanya pada bagian yang terkena beban yang bekerja pada *velg* lenso. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut ini





(c)

Gambar 3.5 Gambar Pembagian Bagian yang Terkena Beban
 (a) *Rim Flange Area* (b) *Bead Seat Area* (c) Daerah Beban Udara

Pada software ANSYS, tiap-tiap bagian tersebut akan diketahui besaran volumenya. Dengan mengubah ketebalan awal sebesar 15 mm menjadi 1 mm, makin luas penampang pada masing-masing bagian akan dapat diketahui besarnya.

Tabel 3.1 Properties dari bagian *Rim Flange Area* contoh

Properties	
Volume	469.31 mm ³
Mass	3.6841e-003 kg
Scale Factor Value	1.

Rim Flange Area dapat diketahui luasnya sebesar 469.31mm²

Tabel 3.2 Properties dari bagian *Bead Seat Area* contoh

Properties	
Volume	574.93 mm ³
Mass	4.5132e-003 kg
Scale Factor Value	1.

Bead Seat Area dapat diketahui luasnya sebesar 574.93mm²

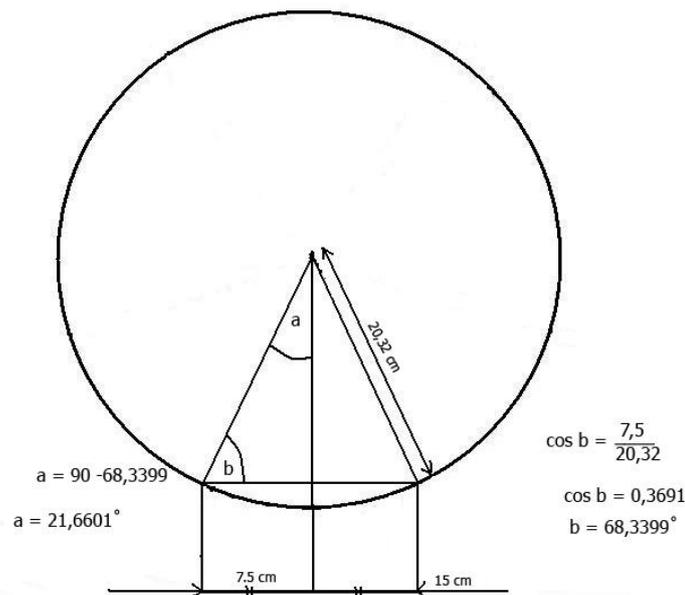
Tabel 3.3 Properties dari bagian yang terkena tekanan udara contoh

Properties	
Volume	9283.1 mm ³
Mass	7.2872e-002 kg
Scale Factor Value	1.

Pada bagian yang terkena tekanan akibat udara luasnya sebesar 9283.1mm²

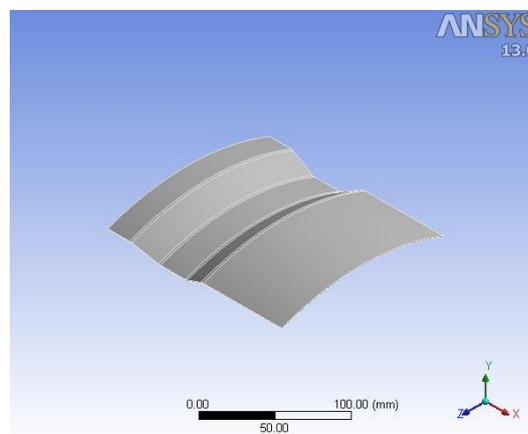
Sedangkan untuk bagian yang terkena beban uji ditentukan berdasarkan asumsi panjang daerah pembebanan, sehingga untuk sudut pembagi dapat di tentukan dengan cara sebagai berikut :

Pada pengujian ini diasumsikan beban yang bekerja merata pada bagian bawah *velg* jenis Lenso dengan panjang daerah pembebanan sebesar 15 cm, sehingga bagian pada bagian *velg* yang terkena beban dapat diketahui melalui sudut a dimana sudut a dapat diketahui pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.6 Cara Penentuan Daerah yang Terkena Beban Uji

Pada bagian tersebut ditentukan luas penampangnya dengan cara di ambil bagian yang terkena beban tersebut dan di berikan ketebalan 1 mm sehingga didapatkan luas penampang dari properties sebagai berikut :



Gambar 3.7 Daerah yang Terkena Beban Uji

Tabel 3.4 Properties dari bagian yang terkena tekanan akibat beban uji

Properties	
Volume	24939 mm ³
Mass	0.19577 kg
Scale Factor Value	1.

Luas bagian yang terkena tekanan beban radial sebesar 24939 mm²

Karena data diatas merupakan data hanya 1 bagian sampel saja untuk daerah *Rim Flange Area*, *Bead Seat Area* dan daerah yang terkena tekanan udara, maka pada *velg*, luas penampang tersebut dikalikan 20 (karena beban melingkar merata keseluruh penampang luar *velg*), kecuali luas penampang bagian yang terkena beban radial yang bisa diketahui secara langsung.

Dengan demikian didapatkan luas penampang total bagian yang terkena tekanan pada *velg*, yaitu:

1. Pada *Rim Flange Area* : 469.31 x 20 = 9386.2 mm²
2. Pada *Bead Seat Area* : 574.93 x 20 = 11498.6 mm²
3. Pada bagian yang terkena tekanan udara : 9283.1 x 20 = 185662 mm²
4. Pada bagian yang terkena tekanan uji : 24939 mm²

Tekanan yang bekerja pada *velg* dapat dihitung menggunakan persamaan yang sudah ada

1. Pada *Rim Flange Area* :

Gaya yang bekerja :

$$\begin{aligned}
 F &= \pi \cdot P_s \cdot (R_m^2 - R_b^2) \\
 &= 3.14 \times 241316.495 \times (0.92^2 - 0.083^2) \\
 &= 1193.430 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Tekanan yang terjadi :

$$\begin{aligned}
 P &= F : A \\
 &= 1193.430 : 0.0093862 \\
 &= 127147.301357 \text{ N/m}^2
 \end{aligned}$$

2. Pada *Bead Seat Area* :

Gaya yang bekerja :

$$\begin{aligned}
 F &= \pi \cdot P_s \cdot d \cdot t \\
 &= 3.14 \times 241316.495 \times 0.406 \times 0.009 \\
 &= 2768.7592 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Tekanan yang terjadi :

$$\begin{aligned} P &= F : A \\ &= 2768.7592 : 0.0114986 \\ &= 240790.98325 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

3. Pada bagian yang terkena tekanan udara :

$$\text{Tekanan yang bekerja : } 35 \text{ Psi} = 241316 \text{ N/m}^2$$

4. Pada bagian yang terkena beban uji :

$$\begin{aligned} P &= F : A \\ &= 5000 : 0.024939 \\ &= 200489.194 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

5. *Rolling Force* :

Besarnya *Rolling Force* dapat diketahui dari persamaan berikut

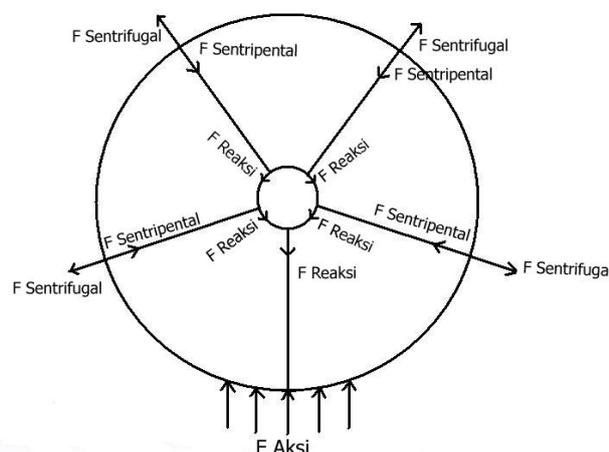
$$T = F \cdot r = I \cdot \alpha$$

Dikarenakan kecepatan putar pengujian konstan, maka α (percepatan) dianggap = 0 dan besar *Rolling Force* = 0

6. Gaya sentripetal dan tangensial

Gaya sentripetal dan tangensial saling meniadakan, oleh karena itu besarnya dianggap = 0

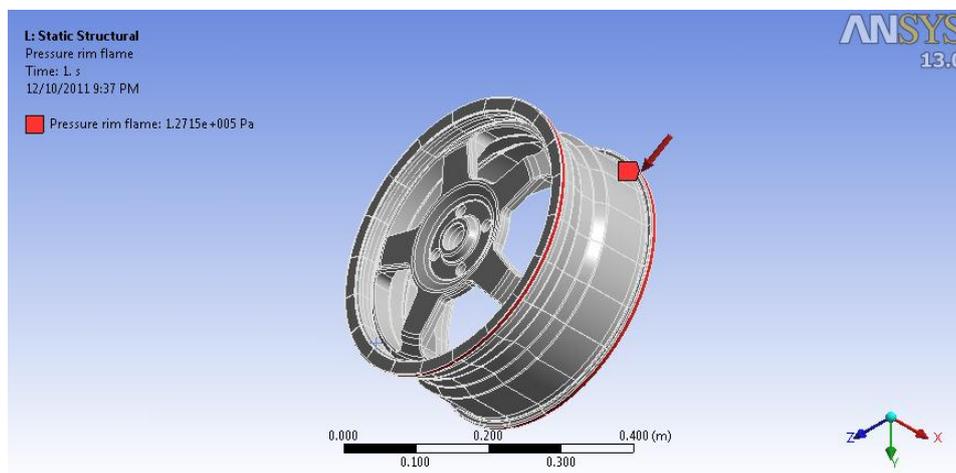
Disamping itu untuk mengetahui gaya yang bekerja pada pengujian ini perlu dilakukan pembuatan diagram benda bebas. Berikut ini adalah diagram benda bebas dalam pengujian ini



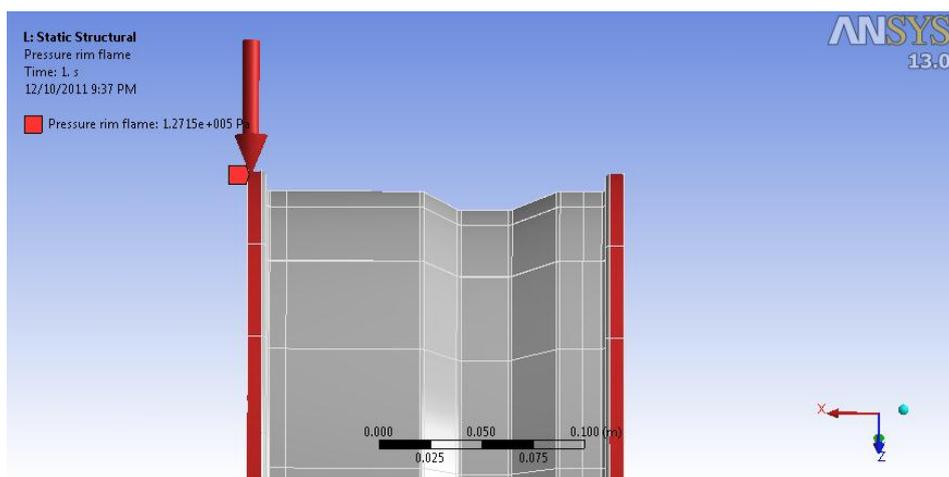
Gambar 3.8 Diagram Benda Bebas

3.7 Model Pembebanan dan Kondisi Batas

Pembebanan yang digunakan pada pengujian ini Berdasarkan pada pengujian *Dynamic Radial Fatigue Test*, dimana dalam pengujian tersebut, beban radial yang digunakan memiliki besaran yang konstan. Model Pembebanan yang terjadi dibagi menjadi 5 bagian pembebanan, antara lain :



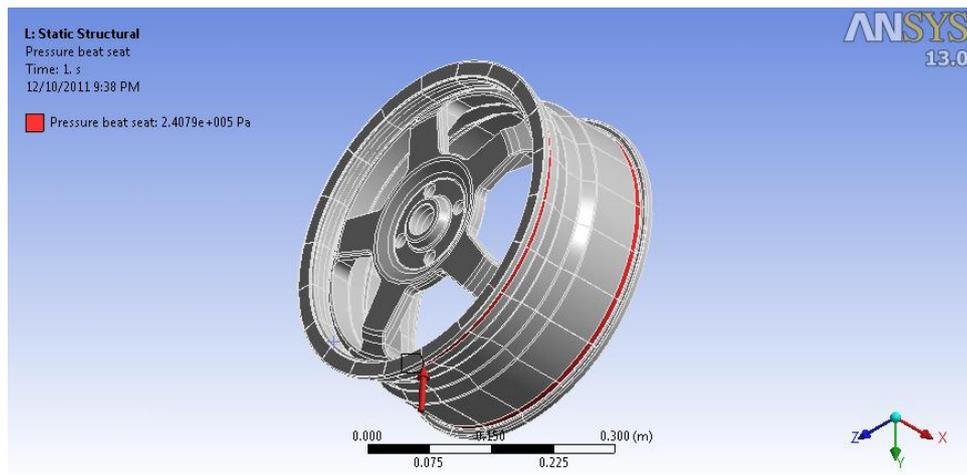
(a)



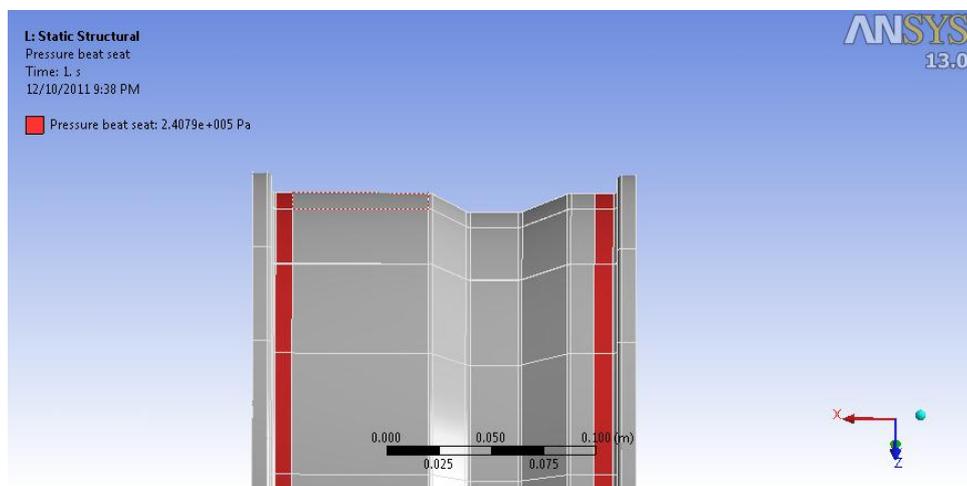
(b)

Gambar 3.9 Model pembebanan pada *Rim Flange Area*

(a) Penampang 3 Dimensi (b) Penampang Samping



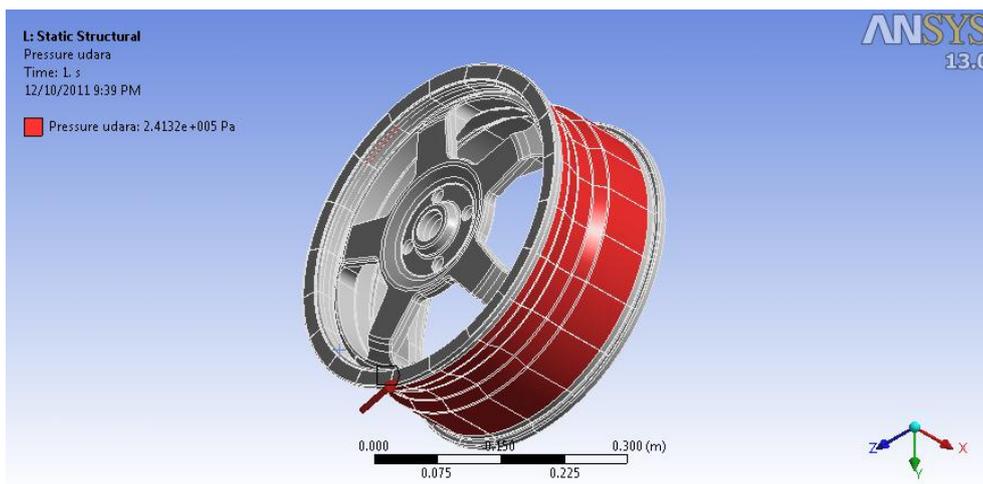
(a)



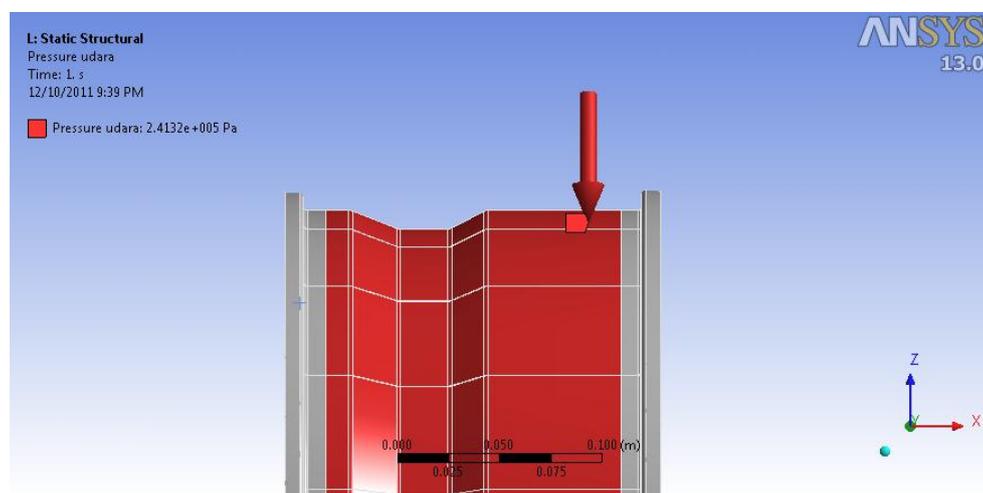
(b)

Gambar 3.10 Model Pembebanan pada *Bead Seat Area*

(a) Penampang 3 Dimensi (b) Penampang Samping



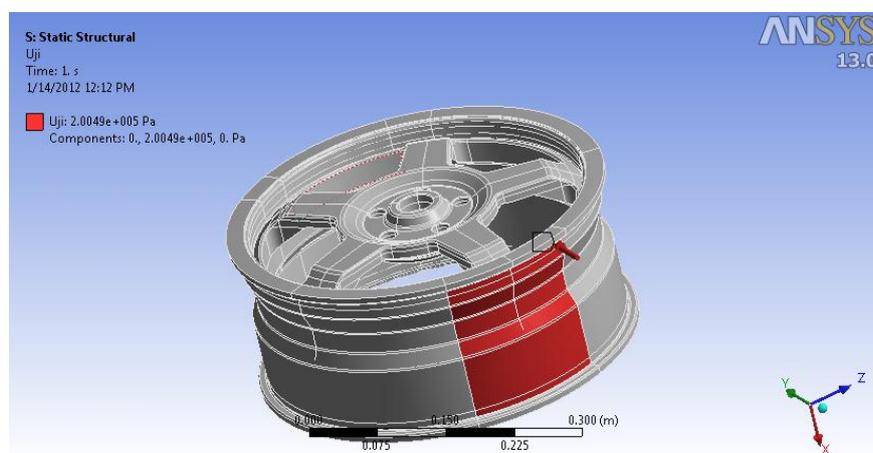
(a)



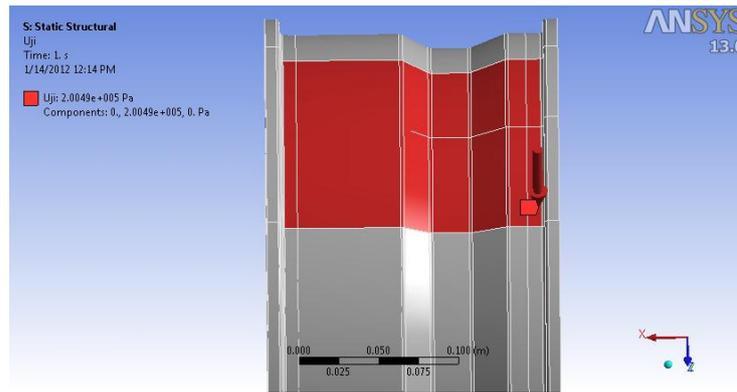
(b)

Gambar 3.11 Model Pembebanan Karena Tekanan Udara

(a) Penampang 3 Dimensi (b) Penampang Samping



(a)



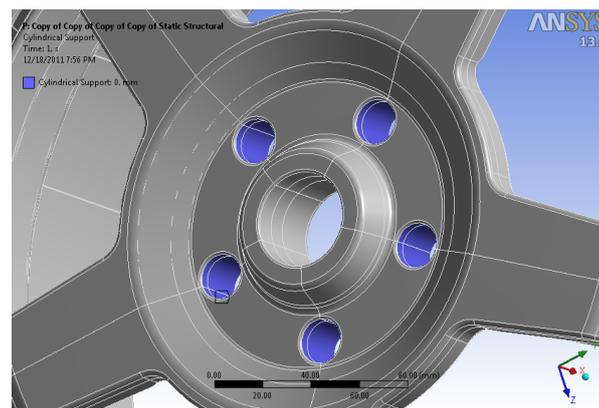
(b)

Gambar 3.12 Model Pembebanan Karena Beban Radial atau Beban Uji

(a) Penampang 3 Dimensi Model Pembebanan

(b) Penampang Samping Model Pembebanan

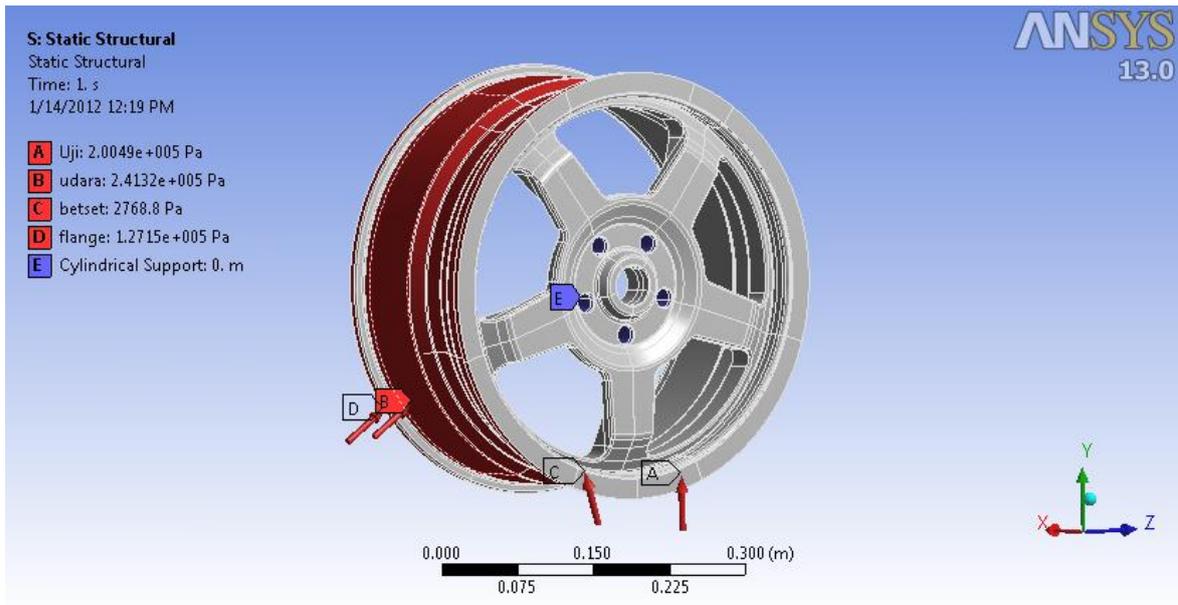
Disamping pembebanan diatas, pada model juga terdapat kondisi batas berupa *Cylindrical Support*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.10 berikut ini



Gambar 3.13 Kondisi Batas Berupa *Cylindrical Support*

Dimana pergerakan kearah aksial dan tangensial terkunci sedangkan pergerakan ke arah radial dibebaskan.

Setelah semua model pembebanan dan juga kondisi batas dapat diketahui dan dimodelkan, maka seluruh permodelan dijadikan dalam satu buah pengerjaan, untuk lebih jelasnya dapat diketahui dalam gambar 3.14

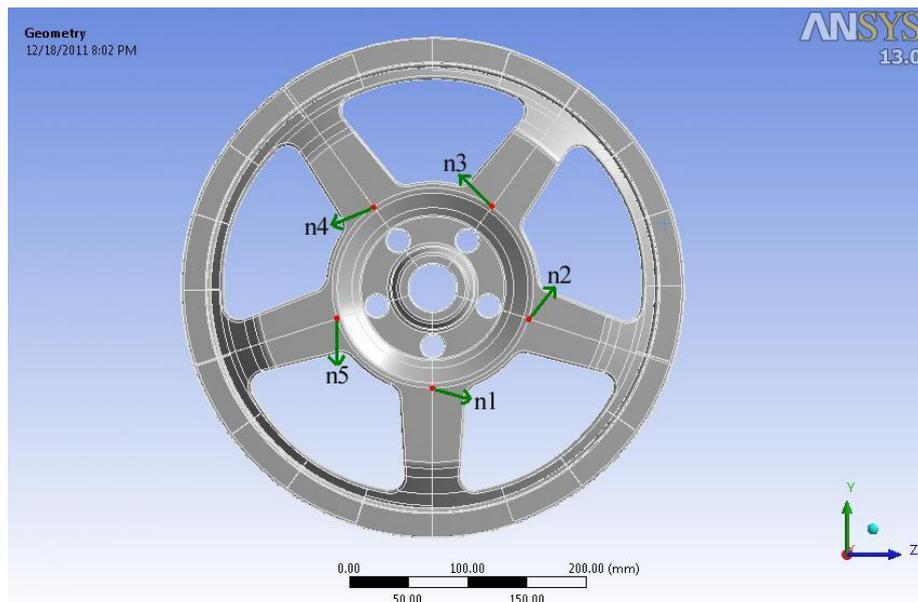


Gambar 3.14 Model Pembebanan Menyeluruh

3.8 Cara Pengambilan Data

Cara pengambilan data pada pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil contoh titik yang mendapat tegangan maksimum, sebagai misal kita mengambil titik contoh n sebagai titik yang mendapatkan tegangan maksimum.

Maka saat titik n berputar selama 1 siklus, titik n akan mengalami perpindahan sesuai urutan n1-n2-n3-n4-n5-n1 demikian seterusnya, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini



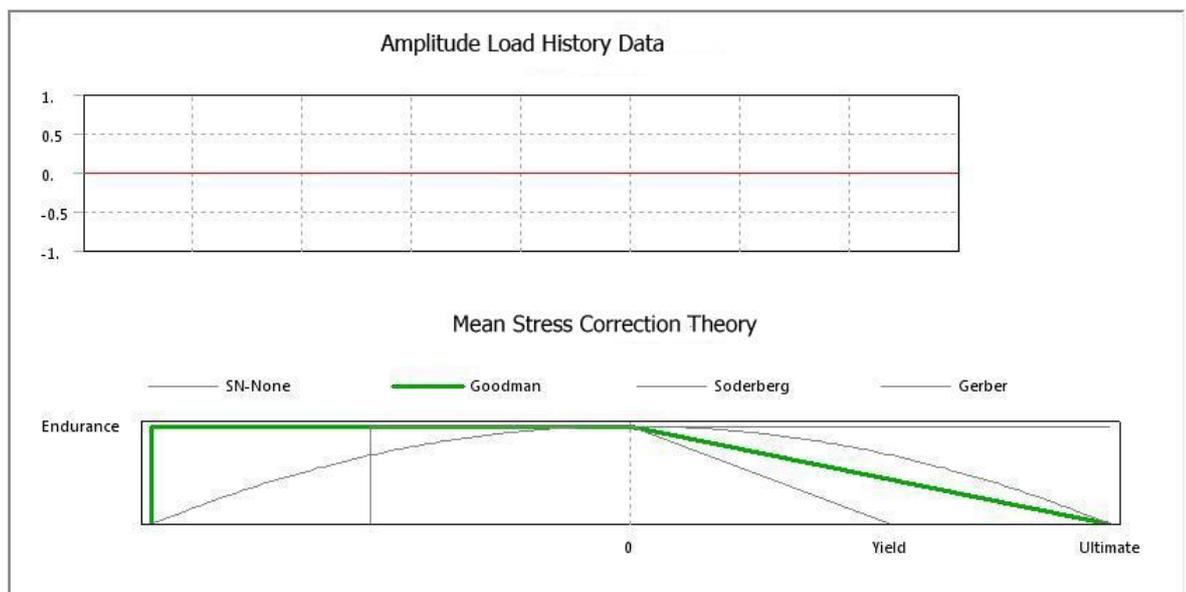
Gambar 3.15 Gambar Titik n Sebagai Contoh Titik Pengambilan Data

Kemudian didata besar *Equivalent Stress* pada tiap-tiap titik di atas. Posisi titik ditentukan berdasarkan pembagian titik saat meshing jadi dapat diasumsikan posisi titik tersebut berada pada posisi yang sama.

Nilai equivalent stress pada titik n

Titik	<i>Equivalent Stress</i> (Mpa)
n1	
n2	
n3	
n4	
n5	

Setelah itu di plot *Equivalent Stress* dari data hasil simulasi pada bagian-bagian yang sudah ditentukan kedalam grafik *Amplitude Load History Data*.



Gambar 3.16 Contoh grafik *Stress Time History* pada titik n

Setelah bentuk grafik dan data-datanya telah diketahui maka dihitunglah tegangan amplitudo, tegangan rata-rata, dan di masukkan dalam table seperti di bawah ini.

Tabel hasil rentang dan rata-rata tegangan selama 1 siklus

Titik	S_{\max} (MPa)	S_{\min} (MPa)	Rentang	$S_{\text{Amplitudo}}$	$S_{\text{Rata-rata}}$
n					

Setelah data-data diperoleh kemudian dilakukan penghitungan prediksi kerusakan kumulatifnya menggunakan persamaan Goodman.

3.10 Diagram Alir Penelitian

