

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Desain Teknis

Penelitian ini diawali dengan menentukan desain material yang akan dilakukan dalam *software Catia V5*. Desain dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1. Profil material alat penyangga uji tarik.

Profil material pada gambar 4.1 menunjukkan material asli dari plat penyangga alat uji tarik *portable* tampak pada gambar berwarna abu – abu sedangkan gambar arah panah yang mengarah keatas yang berwarna kuning menunjukkan

pembebanan atau gaya yang mengarah keatas material dan gambar yang tampak berwarna biru adalah pengelasan pada rumah liding poros.

#### 4.1.1 Diagram Benda Bebas (DBB) Sistem

Untuk mempermudah analisa maka bagian material yang terlihat tampak berwarna abu – abu pada gambar 4.1 diatas dibuat sketsa diagram benda bebas model penuhnya yang tampak pada gambar 4.2 a, sedangkan analisa yang dilakukan pada *finite element software* menggunakan pendekatan pada gambar 4.2 b yaitu model analisa batang dengan dua tumpuan.



Gambar 4.2. Gambar model pembebanan yang dianalisa.

#### 4.1.2 Besar pembebanan

Penelitian ini mengasumsikan nilai pembebanan maksimum merujuk pada data uji pada alat uji tarik *portable* yang sudah dilakukan pengujian tarik terhadap material jenis Aluminium dan Besi St 41. Dimana beban maksimumnya dapat diuraikan sebagai berikut:

Tabel 4.1. Data uji tarik material St-41.

No	Tekanan	Sp 1. (1 Menit)	Sp 2. (1 Menit)	Sp 3. (1 Menit)	Hi	Lo
		Hi	Lo	Hi		
1	50	50	20	50	20	50
2	100	100	50	100	50	100
3	150	150	110	150	95	150
4	200	200	135	200	140	200
5	250	250	190	250	185	250
6	300	300	260	300	220	300
7	350	350	320	350	260	350
9	400	400	330	400	340	400
		450	380	430	340	450
		500	440	430	300	450

Kesimpulan tabel diatas bahwa pembebanan tertinggi mencapai  $500 \text{ kg/cm}^2$ .

### 4.1.3 Material

Jenis material yang digunakan dalam simulasi penelitian ini adalah baja konstruksi jenis *mild steel*, alasan penggunaan material ini adalah karena material adalah karena material ini sangat banyak tersedia di industri dan paling sering digunakan oleh pihak *manufacturer*.

Tabel 4.2. Komposisi kimia baja berjenis *mild steel*  
(Sumber: [www.kvsteel.co.uk](http://www.kvsteel.co.uk)).

<i>Carbon</i>	0.16-0.18%
<i>Silicon</i>	0.40% max
<i>Manganese</i>	0.70-0.90%
<i>Sulphur</i>	0.040% max
<i>Phosphorus</i>	0.040% max

Berikut ini adalah data sifat mekanis yang dimiliki oleh baja struktur *mild steel*, diuraikan dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3. Sifat mekanis dari baja jenis *mild steel* (KhadumMehdyShrama, hal. 208-210).

<i>Mechanical Properties</i>	<i>Mild Steel</i>
<i>Modulus Young (Gpa)</i>	200
<i>Tensile Strength (Mpa) UTS</i>	423
<i>Yield Strength (Mpa)</i>	275
<i>Stress Range at 10<sup>7</sup> cycles (Mpa) (EL)</i>	211
<i>Stress Range at 10<sup>8</sup> cycles (Mpa) (EL)</i>	349
$\frac{UTS + Y_{tield}}{2}$	0.49882
$\frac{EL}{UTS}$	0.76727
$\frac{EL}{Y_{tield}}$	0.60458

#### 4.1.4 Analisa Data Penelitian

Analisa data penelitian ini menggunakan pendekatan metode elemen hingga (MEH) melalui pendekatan simulasi dengan *software finite element* (FEM). Hasil analisa ini diharapkan dapat menjawab pertanyaan berikut “Apakah pemggunaan plat penyangga alat uji tarik *portable* yang memakai baja konstruksi jenis *mild steel* bisa

dalam penggunaan jangka panjang?, dan dibawah ini adalah beberapa data yang dicari dan didapatkan dalam penelitian ini:

1. Melakukan kajian terhadap distribusi tegangan, regangan elastis dan deformasi yang terjadi pada profil plat dukungan.
2. Melakukan kajian kelelahan (*fatigue analysis*) terhadap komponen profil rangka plat penyangga yang mengalami pembebanan ulang.
3. Mencari angka keamanan (*safety factor*) akibat pembebanan dari material profil plat penyangga yang akan digunakan dalam proses uji tarik material logam.

Berikut ini adalah jenis profil – profil yang akan disimulasikan untuk didapatkan data – data tentang distribusi tegangan, regangan elastis, deformasi, analisa kelelahan akibat pembebananj berulang dan angka keamanan pemebebanan.

Jenis profil yang disimulasikan besi plat jenis *mild steel* berukuran panjang 89 mm, lebar 38 mm, tebal 1,1 mm dengan lubang berukuran panjang 40

mm, lebar 22 mm. terlihat pada gambar 4.3 dibawah ini.

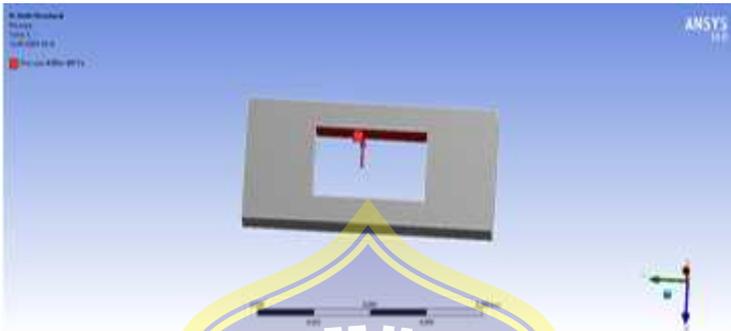


Gambar 4.3. Sketsa plat penyangga.

#### 4.2 Pemodelan Elemen Hingga

Plat yang akan dimodelkan dalam penelitian ini berupa persegi panjang yang berlubang ditengah yag lubangnya berbentuk persegi panjang juga. Lubang persegi panjang tersebut diberi beban tekan pada sisi lubang bagian atas dan kedua ujung plat penyangga tersebut ditumpu tetap (*fixed support*). Seperti gambar dibawah ini.

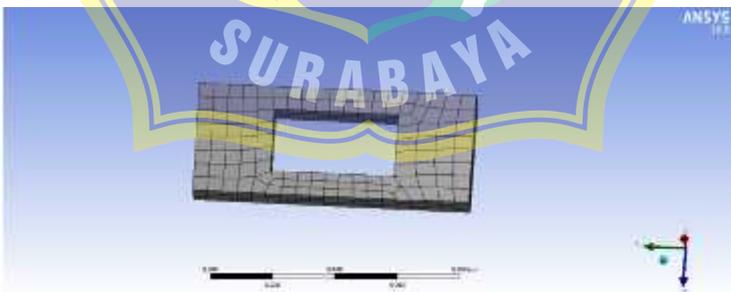
Gambar 4.4. Model profil material plat penyangga



dengan beban tekan.

#### 4.2.1 Jenis Elemen Yang Digunakan

Plat penyangga yang mengalami pembebanan seperti pada gambar 4.3 diatas akan dianalisis dengan memodelkannya dalam bentuk dua dimensi. Pada analisis dua dimensi, plat penyangga dibagi menjadi elemen – elemen kecil berbentuk segitiga. Seperti tampak pada gambar 4.5 dibawah ini.



Gambar 4.5. Bentuk Mesh.

Elemen ini mempunyai titik – titik nodal yang berfungsi mentransfer gaya (beban) dari elemen satu ke elemen yang lain, dengan demikian keseluruhan elemen akan tetap terhubung dan kontinu. Setiap nodal mempunyai  $6^\circ$  (enam derajat) kebebasan (*degree of freedom*) yaitu tiga komponen translasi ( $T_x$ ,  $T_y$  dan  $T_z$ ) dan tiga komponen rotasi ( $R_x$ ,  $R_y$  dan  $R_z$ ).

#### 4.2.2 Pembebanan

Apa yang telah disebutkan sebelumnya, bahwa plat penyangga pada kasus ini mengalami beban tekan pada tengah – tengah lubang plat sedangkan kedua ujung plat di tumpu secara tetap (*fixed support*). Pemberian beban tekan hanya dikenakan pada *core*. Kondisi pembebanan ini seperti ditunjukkan pada gambar 4.3.

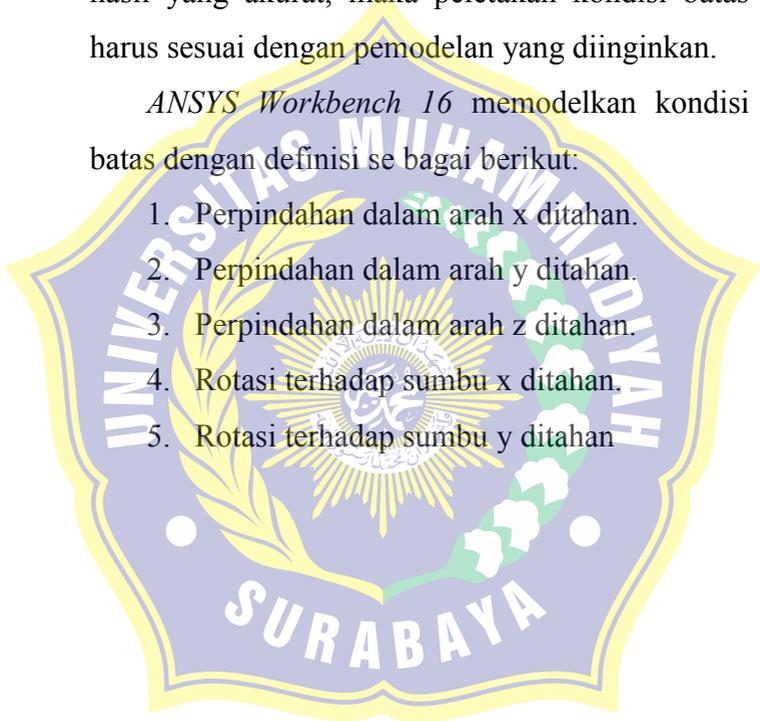
Pemberian beban dilakukan hanya pada *core* ditunjukkan oleh anak penah warna kuning yang berarti diberikan beban sebanyak 1 satuan.

### 4.2.3 Kondisi Batas

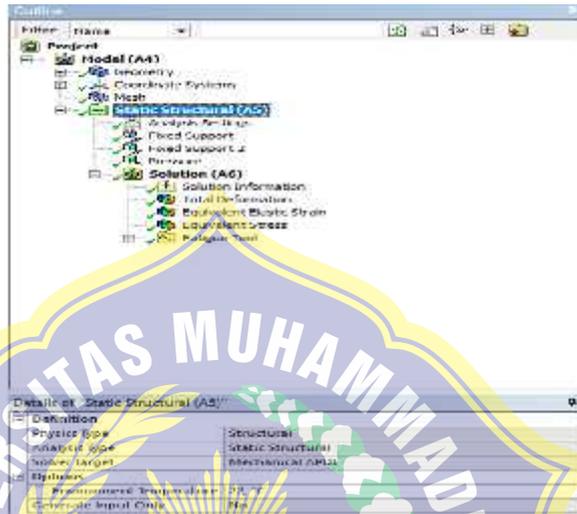
Kondisi batas dapat diartikan sebagai pendefinisian derajat kebebasan (*degree of freedom*) dari setiap nodal pada model. Agar memperoleh hasil yang akurat, maka peletakan kondisi batas harus sesuai dengan pemodelan yang diinginkan.

*ANSYS Workbench 16* memodelkan kondisi batas dengan definisi se bagai berikut:

1. Perpindahan dalam arah x ditahan.
2. Perpindahan dalam arah y ditahan.
3. Perpindahan dalam arah z ditahan.
4. Rotasi terhadap sumbu x ditahan.
5. Rotasi terhadap sumbu y ditahan



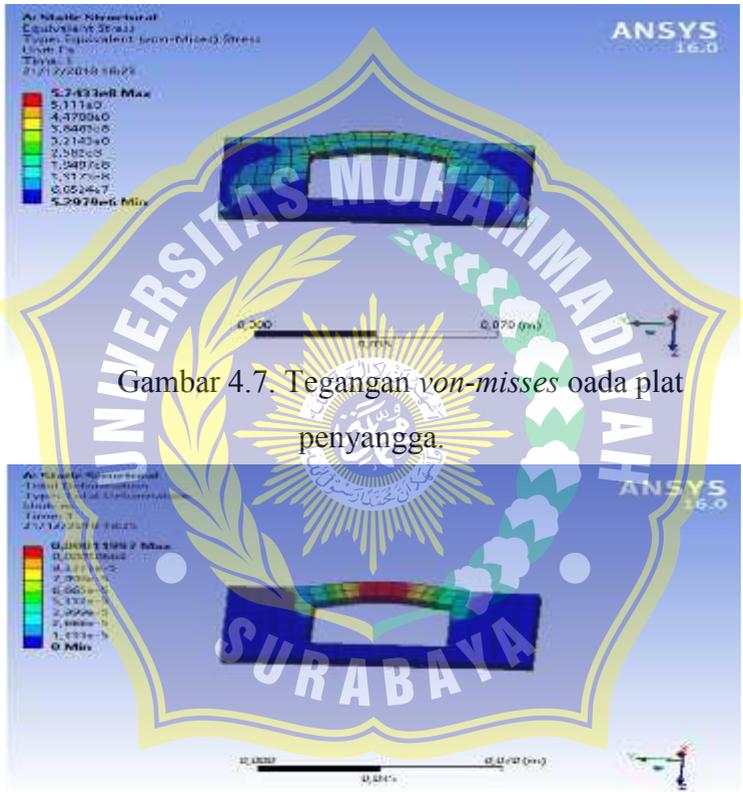
6. Rotasi terhadap sumbu z ditahan.



Gambar 4.6. Gambar outline toolbar setting kondisi batas pada ANSYS Workbench 16.

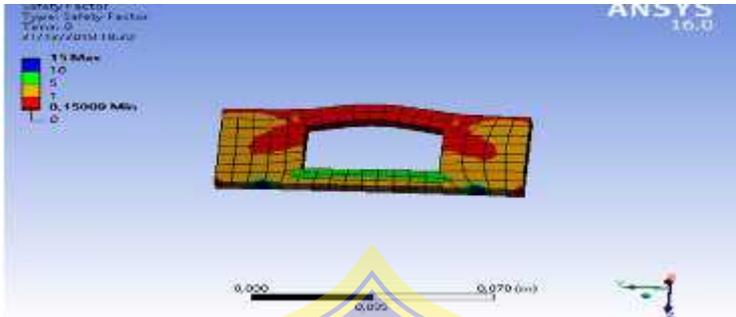
### 4.3 Hasil Analisa Statik

Hasil simulasi statik (distribusi tegangan dan defleksi) terhadap semua profil terlihat dalam gambar dibawah.



Gambar 4.7. Tegangan von-misses oada plat penyangga.

Gambar 4.8. Total defleksi pada profil plat penyangga.



Gambar 4.9. Angka Keamanan pada plat penyangga.

Rekapitulasi terhadap analisa statik dapat dilihat dalam 4 dibawah ini.

Tabel 4.4. Rekapitulasi hasil analisa statik profil

Max Equivalent Stress Von Mises (MPa)	Max Total Deformation (mm)	Safety Factor
5743300	0,11	15

Tabel diatas ditulis secara berurutan berdasarkan jumlah tegangan *von-misses* dari yang paling besar sampai yang terkecil.

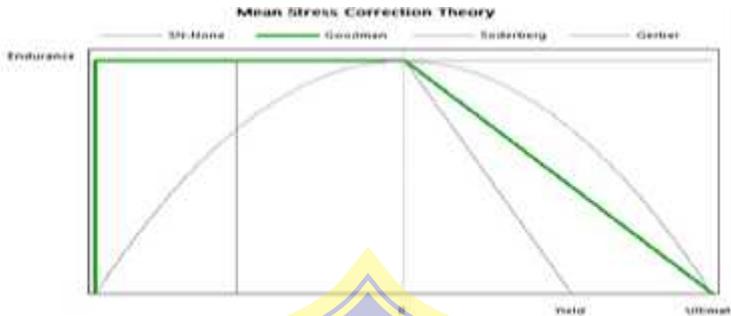
#### 4.4 Analisa Kelelahan

Analisa kelelahan yang dilakukan oleh *ANSYS Workbench 16* dalam penelitian ini menggunakan asumsi siklus pembebanan konstan yang dapat digambarkan seperti gambar 4. Dibawah ini.



Gambar 4.10. Siklus pembebanan konstan saat simulasi *ANSYS*.

Analisa yang digunakan melalui pendekatan siklus tegangan hidup dengan menggunakan pendekatan *Mean Stress Theory Goodman* dengan komponen tegangan yang dipakai adalah tegangan ekuivalen *von-misses*.

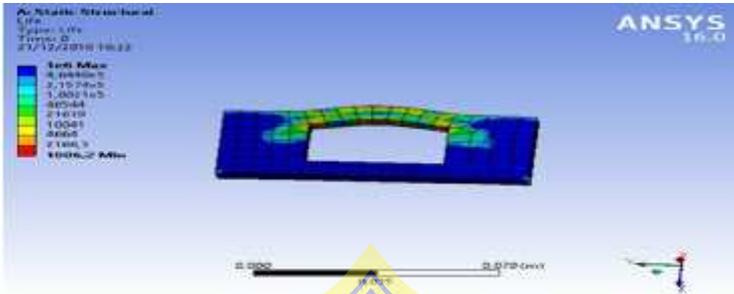


Gambar 4.11. *Mean Stress Theory* metode Goodman.

Dengan pendekatan metode tersebut dihasilkan data hasil analisa kelelahan (*fatigue*).

Hasil analisa kelelahan ini mencakup batas lelah dari material dasar dan batas lelah dari profil yang diuji pembebanan.

Berikut ini adalah kontur kelelahan hasil simulasi *ANSYS Workbench 16* yang disajikan berturut – turut sesuai dengan hasil analisa statik diatas.



Gambar 4.12. Kontur *fatigue* plat penyangga.

Tabel 4.4 Hubungan *Alternating Stress* dan jumlah siklus kerja (*cycles*) dari material *mild steel* hasil simulasi dengan perangkat lunak *finite element methode* (FEM) *ANSYS Workbench 16*.

Gambar 4.11. Merupakan grafik dari hasil interpretasi tabel 4. Hubungan *Alternating Stress* dan jumlah siklus kerja (*cycles*) material *mild steel* hasil simulasi *software* FEM, merupakan pola *fatigue* yang dimiliki oleh material dasra profil yang diuji.

Dari gambar 4. Grafik S – N diatas dapat diketahui bahwa material *mild steel* yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai siklus lelah

maksimum sebesar  $1 \times 10^6$  pada tegangan kerja rata – rata sebesar 86,20 Mpa.

