

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian experimental semu, yaitu melakukan studi literatur untuk mencari hubungan sebab akibat dalam suatu proses melalui pengumpulan data dari berbagai sumber, kemudian data tersebut diolah dalam simulasi yang menggunakan *software* berbasis elemen hingga. *Software* yang dipakai dalam penelitian ini adalah ANSYS 13.0, sehingga distribusi tegangan sisa akibat proses *Cold Expansion Hole* dan distribusi tegangan yang terjadi setelah dilakukan pembebanan pada daerah sekitar lubang sambungan dapat diketahui.

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Variabel Bebas

Variabel Bebas adalah variabel yang tidak dipengaruhi oleh variabel yang lain. Besarnya variabel ini ditentukan sebelum penelitian. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kecepatan mandrel 0,6 m/s, 0,9 m/s, 1 m/s, dan 2 m/s.

#### 2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas yang ditentukan. Nilai dari variabel terikat diketahui setelah melakukan penelitian. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *compressive residual stress* (tegangan sisa tekan).

#### 3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dijaga konstan selama penelitian. Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah:

- Tebal plat yang digunakan 5 mm
- Bahan plat yang digunakan aluminium 2024

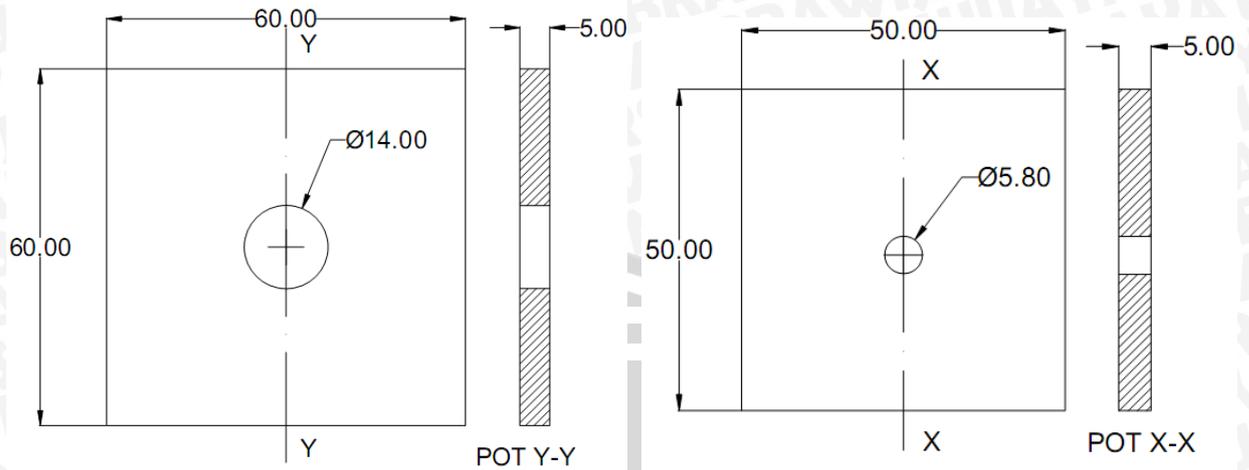
### 3.3 Data Material dan Dimensi Spesimen

Bahan plat yang digunakan adalah aluminium 2024, dengan *material properties* seperti pada tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1 *Material Properties*

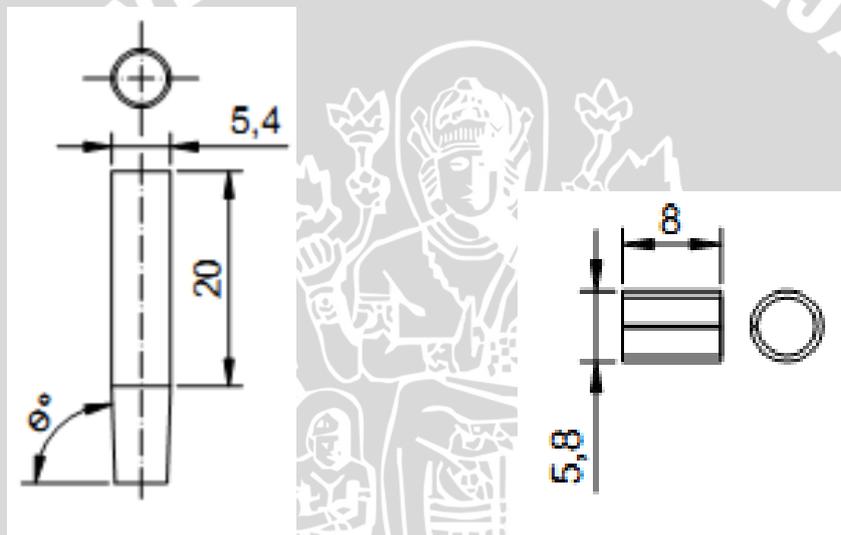
| <i>Properties</i>                               | <i>Besar</i> |
|---|--------------|
| <i>Density</i> ( $\times 1000 \text{ kg/m}^3$ ) | 2,785        |
| <i>Poisson's Ratio</i>                          | 0,33         |
| <i>Shear Modulus</i> (GPa)                      | 28,6         |
| <i>Maximum Tensile Strength</i> (Mpa)           | 760          |
| <i>Initial Yield Strength</i> (Mpa)             | 260          |
| <i>Hardening Constanta</i>                      | 310          |
| <i>Hardening Exponent</i>                       | 0,185        |
| <i>Derivatif DG/DT</i> (Pa/C)                   | 3,50e7       |
| <i>Derivatif DY/DP</i>                          | 0,0079       |
| <i>Gruneisen Coefisien</i>                      | 2            |
| <i>Specific Heat</i> (J/kg-K)                   | 863          |

Untuk permodelan bentuk dan dimensi spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah panjang 50 mm, lebar 50 mm dan tebal 5 mm. Lubang sambungan dengan diameter 5,8 mm dibuat di tengah-tengah pelat tersebut. Mandrel dengan bentuk seperti tabung ber-*tapper* dengan sudut  $89^\circ$ . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini:



fixed support

Plat



Mandrel

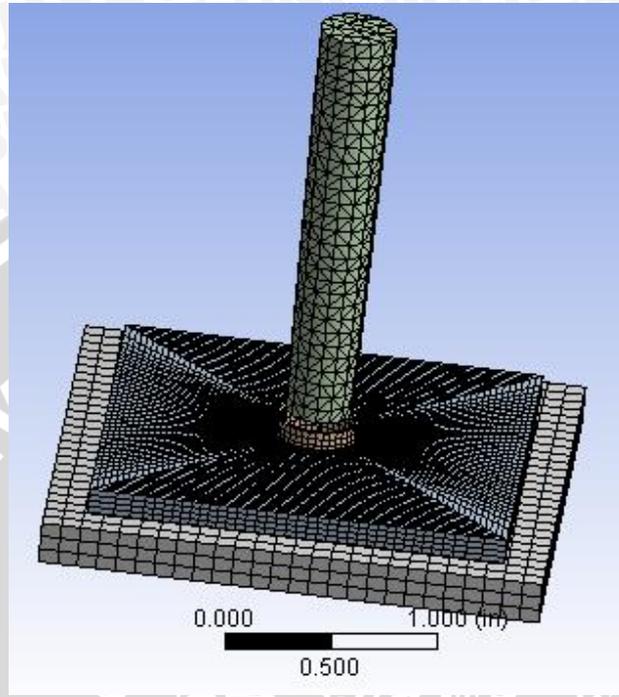
Ring

Gambar 3.1 Permodelan Bentuk dan Dimensi

### 3.4 Meshing

*Meshing* adalah proses membagi benda kerja menjadi elemen-elemen kecil. Semakin kecil elemen yang dibentuk semakin besar pula persamaan yang harus diselesaikan oleh *software* sehingga beban komputer akan semakin besar namun nantinya hasil yang akan diperoleh juga semakin akurat. Pada *software* ANSYS 13 ini *meshing* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu manual dan otomatis. Cara manual yaitu *user* akan mendiskritisasi banyaknya elemen yang akan terbentuk dengan memasukkan tipe, ukuran, dan jumlah elemen sesuai dengan yang dikehendaki. Sedangkan cara otomatis *user* cukup memilih tipe elemen untuk ukuran dan jumlah elemen yang terbentuk secara otomatis ANSYS akan menentukan sendiri tergantung

dari permodelan benda kerja yang kita gambar dan spesifikasi komputer yang kita pakai. Dalam penelitian ini digunakan *meshing* secara otomatis dengan jenis elemen *explicit* dan bentuk elemen *heksahedron*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut ini:

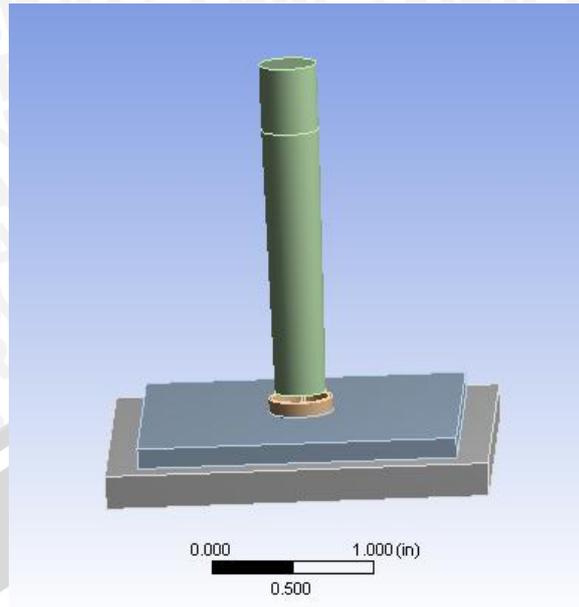


Gambar 3.2 *Meshing*

### 3.5 Simulasi

#### 3.5.1 *Proses Cold Expansion Hole*

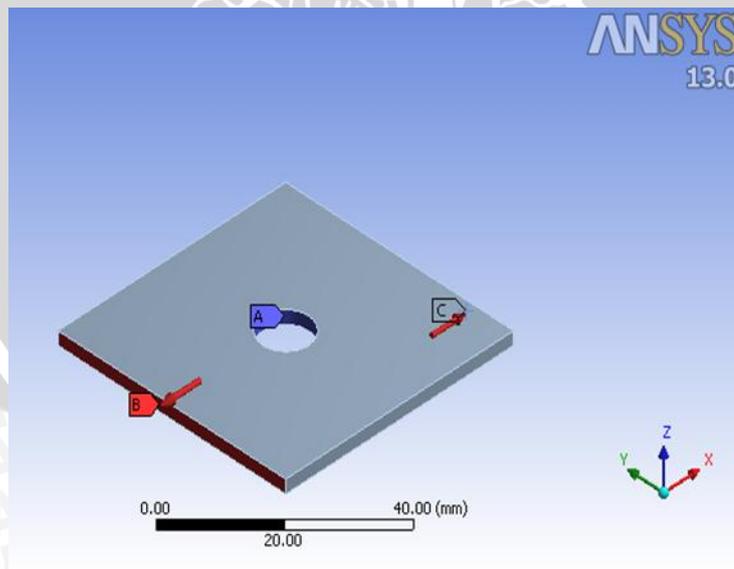
Tahap pertama dari simulasi pada penelitian ini adalah proses *cold expansion hole*. Pada tahap ini *mandrel* akan digerakkan ke arah bawah dengan kecepatan bervariasi 0,6 m/s, 0,9 m/s, 1 m/s, dan 2 m/s sampai menembus plat yang sudah diberi lubang sebelumnya. Sedangkan *fixed support* yang digunakan adalah pelat yang terletak di bawah pelat utama, *fixed support* ini juga *rigid body* sama seperti pasak (*mandrel*). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini:



Gambar 3.3 Simulasi *Cold Expansion Hole*

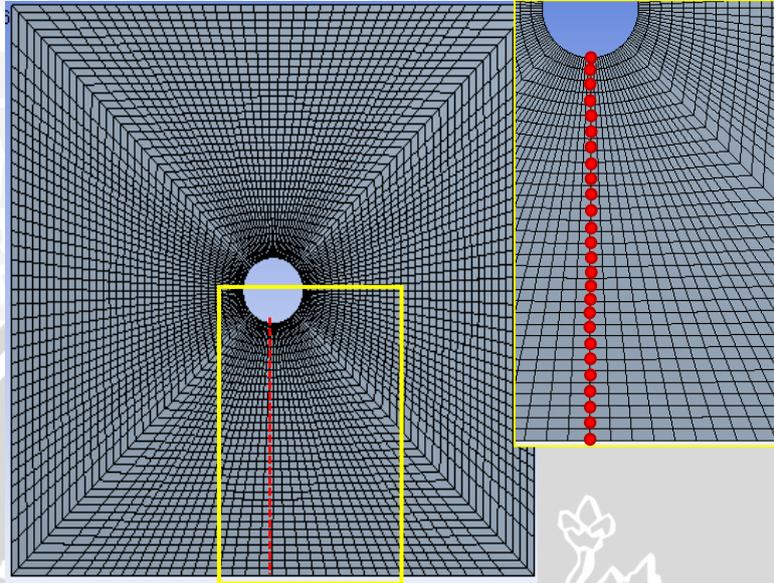
### 3.5.2 Pembebanan

Pembebanan dilakukan pada tahap kedua yaitu setelah proses simulasi *Cold Expansion Hole* selesai. Pembebanan di sini dilakukan dengan pemberian beban pada sisi samping plat dan juga mengganti *fixed support* menjadi area sekitar lubang. Besar beban yang diberikan masing-masing 85 Mpa dengan arah berlawanan.



Gambar 3.4 Simulasi Pembebanan

Setelah melakukan proses simulasi dengan variasi kecepatan 0,6 m/s, 0,9 m/s, 1 m/s, dan 2 m/s maka tegangan di ambil dengan cara melakukan *probe* pada titik melintang yang tegak lurus dengan gaya yang diberikan. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.5 Daerah pengeplotan pada plat

### 3.6 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Studio Perancangan dan Rekayasa Sistem Teknik Mesin Universitas Brawijaya dengan spesifikasi komputer sebagai berikut:

- *RAM* : 2048 MB
- *Operating system* : Microsoft Windows XP Professional (5.1, Build 2600)
- *System Manufacturer* : ECS

Sedangkan waktu penelitian adalah bulan Januari sampai bulan Maret 2012.

### 3.7 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Alur pemikiran yang dilakukan pada penelitian ini sesuai dengan diagram alir (*flow chart*) pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

