

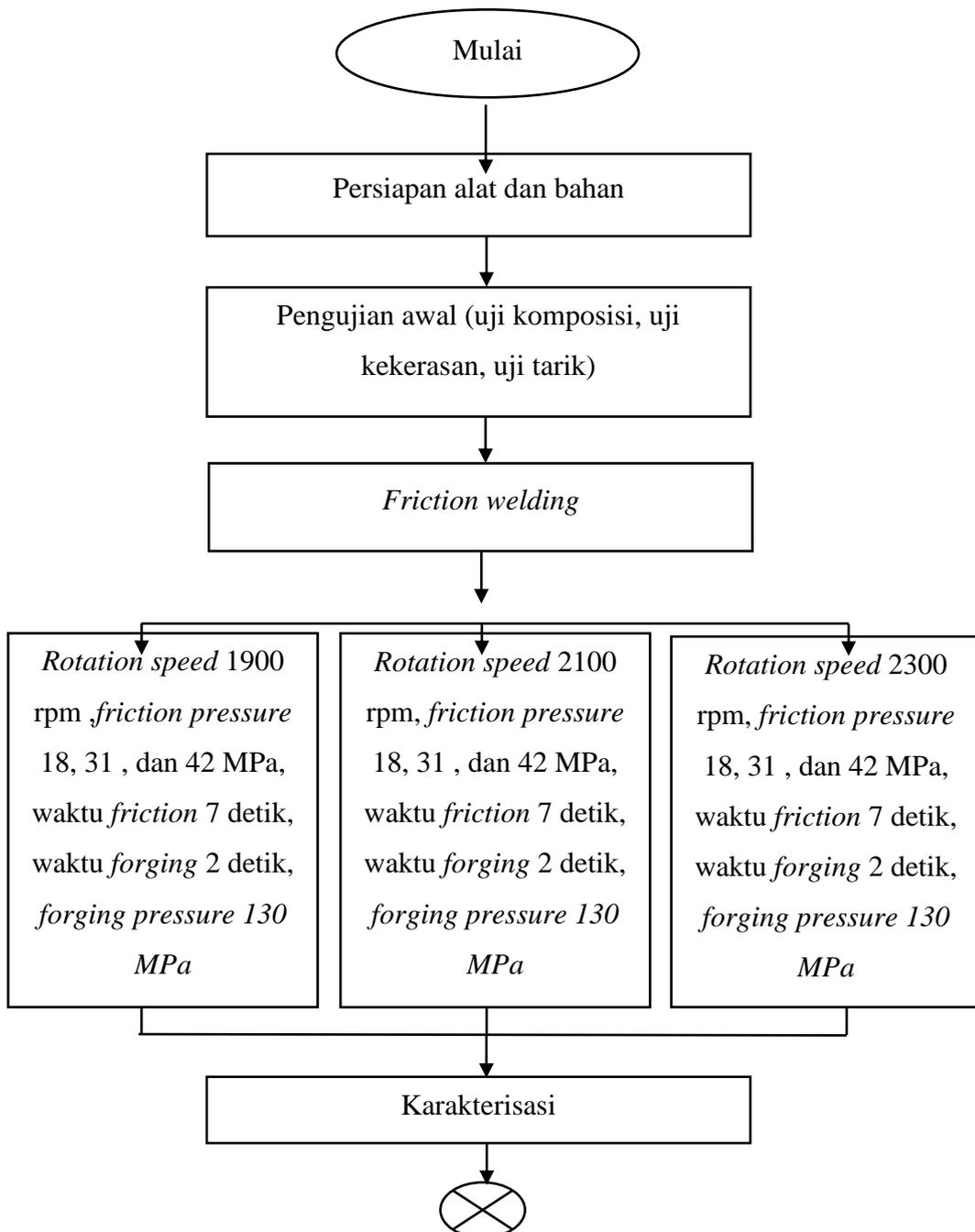
# BAB III

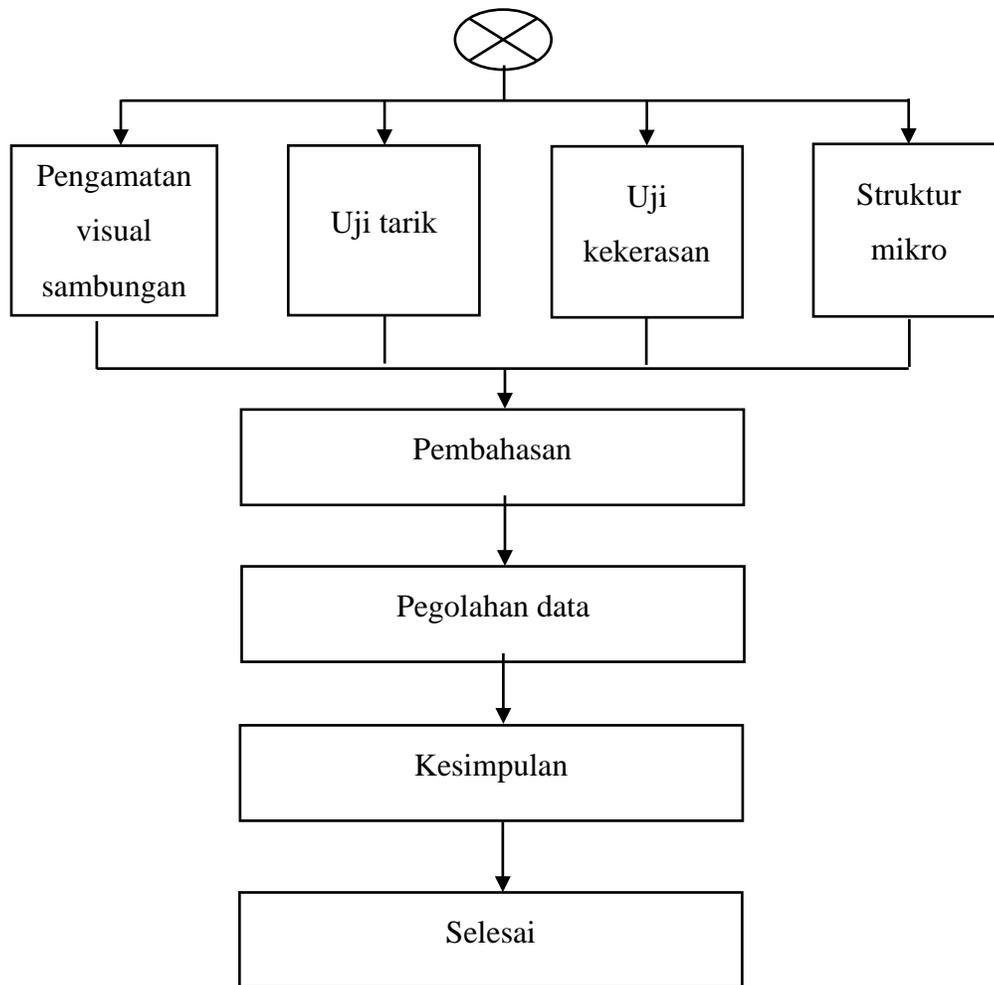
## METODE PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir

Berikut ini adalah diagram alir penelitian yang dapat dilihat pada gambar

3.1 di bawah ini





**Gambar 3.1** Diagram alir penelitian

## 3.2 Alat dan Bahan

### 3.2.1 Alat-Alat

Berikut adalah alat-alat yang digunakan dalam proses penelitian berlangsung yaitu

- 1) Mesin Bubut *Celtic*
- 2) *Drill Chuck*

- 3) *Load cell*
- 4) Gerinda tangan
- 5) Gerinda duduk
- 6) Ragum
- 7) *Thermometer gun*
- 8) Jangka Sorong
- 9) Mesin Uji Tarik
- 10) Mesin Uji Kekerasan
- 11) Mesin uji *bending*
- 12) Tachometer Digital
- 13) Alat uji *Optical microscope*
- 14) Cetakan resin

### **3.2.1 Bahan-bahan**

- 1) Aluminium
- 2) Tembaga
- 3) Ampelas
- 4) Resin
- 5) Katalis
- 6) Kain *polish*
- 7) Larutan etsa
- 8) *Cotton bud*

### **3.3 Prosedur Percobaan**

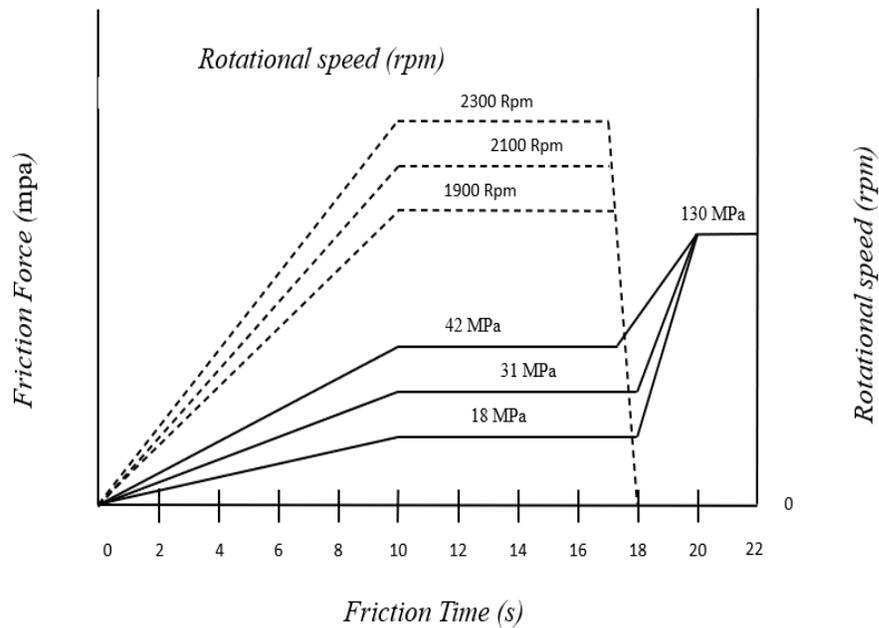
#### **3.3.1 Preparasi sampel**

- 1) Dilakukan pemotongan tembaga dan aluminium dengan diameter 15 mm dan Panjang sebesar 75 mm
- 2) Dilakukan pengurangan dimensi dari 15 mm menjadi 12 mm
- 3) Dilakukan perataan di permukaan kontak pada Sampel agar mempermudah proses *friction welding*
- 4) sampel dilakukan pengujian awal yaitu pengujian komposisi, pengujian kekerasan, dan pengujian keuletan

#### **3.3.2 Proses *friction welding***

- 1) Sampel dilakukan proses *friction welding* dengan *rotation speed* 1900 rpm, 2100 rpm dan 2300 rpm dengan *Friction pressure* sebesar 18, 31, dan 42 MPa selama 7 detik. Selanjutnya putaran

diberhentikan dengan diberi tempa (*forging pressure*) 130 Mpa, seperti yang tertera pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.2** Bagan proses *friction welding*

### 3.4 Karakterisasi Material

Adapun pengujian material yang dilakukan pada pengujian kali ini adalah sebagai berikut

- 1) Sampel dilakukan proses karakterisasi mekanik menggunakan *spectro analyse* PMI-Master Pro
- 2) Karakterisasi yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah uji tarik, kemudian uji kekerasan, dan analisa struktur mikro

### 3.4.1 Pengamatan visual hasil sambungan

Pengamatan visual hasil sambungan dapat dilihat setelah proses *friction welding* selesai dilakukan, pada proses ini hasil yang diinginkan adalah terbentuknya *burn-off length* (mm<sup>3</sup>) dan *flash* (mm<sup>3</sup>) sesuai dengan yang tertera pada sub bab 2.4 di atas, kemudian selain *burn-off length* dan *flash* (mm<sup>3</sup>) hasil dari pengamatan visual yang diinginkan yaitu bentuk sambungan dan permukaan kontak yang stabil mengikuti parameter yang telah ditentukan lalu mendapati bagian aluminium yang menempel total pada bagian tembaga.

### 3.4.2 Pengujian tarik

Pengujian tarik adalah pemberian suatu gaya atau tegangan tarik kepada material dengan maksud untuk mengetahui atau mendeteksi kekuatan dari suatu material. Tegangan tarik dilakukan dengan cara penarikan uji dengan gaya tarik secara terus menerus sehingga bahan (perpanjangannya) terus menerus meningkat dan teratur sampai putus dengan tujuan menentukan nilai tarik dengan menggunakan standar, lalu data yang diinginkan pada pengujian tarik ini merupakan data kekuatan dari material tersebut menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (3.1)$$

Ket:

- $\sigma$  : Tegangan (N/mm<sup>2</sup> atau Pa)
- F : Gaya tarik yang diterapkan (N)
- A : Luas penampang awal(mm<sup>2</sup>)

Selain dari data kekuatan pengujian tarik ini menginginkan data efisiensi (%) dari hasil pengujian, efisiensi merupakan ketepatan cara dalam menjalankan suatu pekerjaan tanpa membuang waktu, tenaga, atau material yang digunakan, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$e\% = \frac{\sigma_1}{\sigma_0} \dots\dots\dots(3.2)$$

Ket:

$\sigma_1$  : Data hasil uji tarik

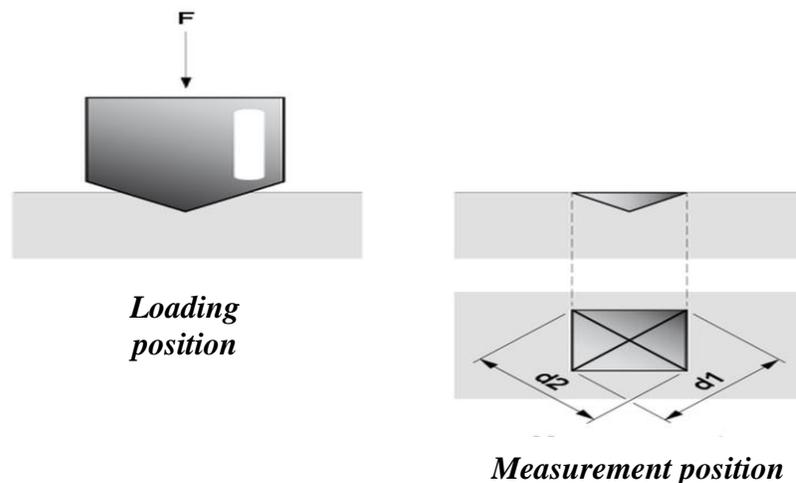
$\sigma_0$  : Data base metal uji tarik

Adapun langkah-langkah dalam melakukan pengujian tarik adalah sebagai berikut:

- 1) Persiapan alat dan bahan meliputi mesin uji tarik dan sampel uji tarik
- 2) Sampel diletakan pada pencekam
- 3) Operasikan mesin uji tarik dan catat diameter sampel uji setiap penambahan panjang
- 4) Catat beban yang diterima sampel uji tarik yang mengakibatkan sampel uji tarik mengalami pengecilan diameter (*necking*)
- 5) Keluarkan sampel uji tarik dari mesin uji tarik
- 6) Ukur panjang sampel uji tarik setelah pengujian
- 7) Ukur diameter sampel uji pada bagian yang terjadi (*necking*)

### 3.4.3 Pengujian kekerasan

Kekerasan (*hardness*) yaitu kemampuan material logam dalam menerima gaya berupa penetrasi dan kekuatan (*strength*) yaitu kemampuan material logam dalam menerima gaya berupa tegangan tanpa mengalami patah, kekuatan dan kekerasan juga ketahanan terhadap beban. Dalam material dan paduannya sifat-sifat mekanik sangat dipengaruhi oleh struktur mikro dan jenis-jenis material serta asal-usulnya [27]



### 3.3 Pengujian kekerasan dengan metode *micro vickers* [28]

Pengujian kekerasan menggunakan metode *vickers* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam yaitu daya tahan material terhadap indenter intan yang cukup kecil dan mempunyai bentuk geometri berbentuk piramida nilai keras *Vickers* adalah hasil bagi antara beban tekan

statis maksimum dengan luas bidang penetrator seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.3 [28] dan menggunakan standar pengujian ASTM E92, lalu untuk hasil kekerasan didapat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$HV = \frac{1,854 \times P}{d^2} \dots\dots\dots(3.3)$$

Ket:

P : beban indentasi (kgf)

d<sup>2</sup> : rata-rata diameter bekas indenter (mm)

Selain dari data kekerasan pengujian ini menginginkan data efisiensi (%) dari hasil pengujian, efisiensi merupakan ketepatan cara dalam menjalankan suatu pekerjaan tanpa membuang waktu, tenaga, atau material yang digunakan, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$e\% = \frac{HV_1}{HV_0} \dots\dots\dots(3.4)$$

Ket:

HV<sub>1</sub> : Data hasil uji kekerasan

HV<sub>0</sub> : Data base metal uji kekerasan

Adapun langkah-langkah pada pengujian kekerasan adalah sebagai berikut

- 1) Persiapan alat dan bahan yang meliputi alat uji keras, dan Sampel uji kekerasan
- 2) Letakan sampel di *bed*
- 3) Sampel ditekan dengan indenter yang berbentuk kerucut dengan pembebanan yang diinginkan

- 4) Keluarkan sampel uji kekerasan
- 5) Ukur kedalaman yang terbentuk pada Sampel

#### **3.4.4 Pengujian Metalografi**

Untuk mengetahui bentuk struktur mikro hasil pengelasan *friction welding* dilakukan Analisa struktur mikro dengan menggunakan *Optical Microscope* dan menggunakan standar uji ASTM E3 dengan tahapan sebagai berikut

- 1) Menyiapkan sampel
- 2) Mengamplas sampel hingga tidak terlihat goresan
- 3) Melakukan *polish* pada Sampel hingga mengkilap
- 4) Melakukan etsa terhadap Sampel dengan menggunakan larutan
  1. 3 ml HF
  2. 100 ml aquades
  3. 1 gr FeCl<sub>3</sub>
  4. 50 ml HCl
- 5) Menyiapkan alat uji foto mikro
- 6) Merekam data yang tampil pada alat foto mikro

Adapun data hasil pengujian struktur mikro yang diinginkan merupakan data perubahan struktur mikro, dan foto struktur mikro perbesaran 100x dan mendapatkan hasil foto berukuran 180 mikron

### 3.5 Karakterisasi Awal

Pada penelitian ini material yang digunakan adalah aluminium 6063 dan tembaga murni dan berikut ini adalah komposisi dari aluminium 6063 dan tembaga murni seperti pada yang tertera pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Komposisi kimia material dasar (*base metal*)

<b>Komposisi Al 6063</b>	<b>Persentase (%)</b>	<b>Komposisi Cu Murni</b>	<b>Persentase (%)</b>
Al	98,5	Cu	99,7
Si	0,533	Zn	0,0444
Fe	0,186	Sn	0,0229
Mg	0,528		

Kemudian untuk kekuatan tarik dasar pada material aluminium 6063 dan tembaga murni seperti pada Tabel 3.2

**Tabel 3.2** Kekuatan Tarik dasar Material

<b>Material</b>	<b>Dimensi</b>	<b>Luas Penampang</b>	<b>Gaya Maksimum (N)</b>	<b>Maks Stress (N/mm<sup>2</sup>)</b>
Al 6063	12,5	123	28750	233,6
	12,3	120	26500	220,6
<b>Rata-Rata</b>			27625	227,1
Cu	12,3	119	33000	276,5
	12,3	119	33500	282,0
<b>Rata-Rata</b>			33250	279,2

Kalibrasi gaya diperlukan pada penelitian ini karena alat ukur yang tersedia pada peralatan *friction welding* adalah *pressure gauge* yang mengukur tekanan hidrolis silinder aktuator (bar) yang mendorong sampel yang tidak berputar ke sampel yang berputar. Nilai gaya dorong sampel aluminium ke sampel tembaga dapat diketahui dengan melakukan proses kalibrasi menggunakan *load cell*. Hasil kalibrasi tekanan hidrolis silinder aktuator (bar) ke gaya dorong antara dua sampel (N) dan kemudian dikonversi ke satuan tekanan tekan (MPa) dengan memperhitungkan luas penampang sampel yang ditunjukkan pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3** Data konversi gaya yang digunakan pada alat *friction welding*

<b>Tekanan Silinder Hidrolik (bar)</b>	<b>Gaya tekan pada sampel (N)</b>	<b>Tekanan sampel (MPa)</b>
30	2116	18
40	3548	31
50	4759	42
150	14775	130