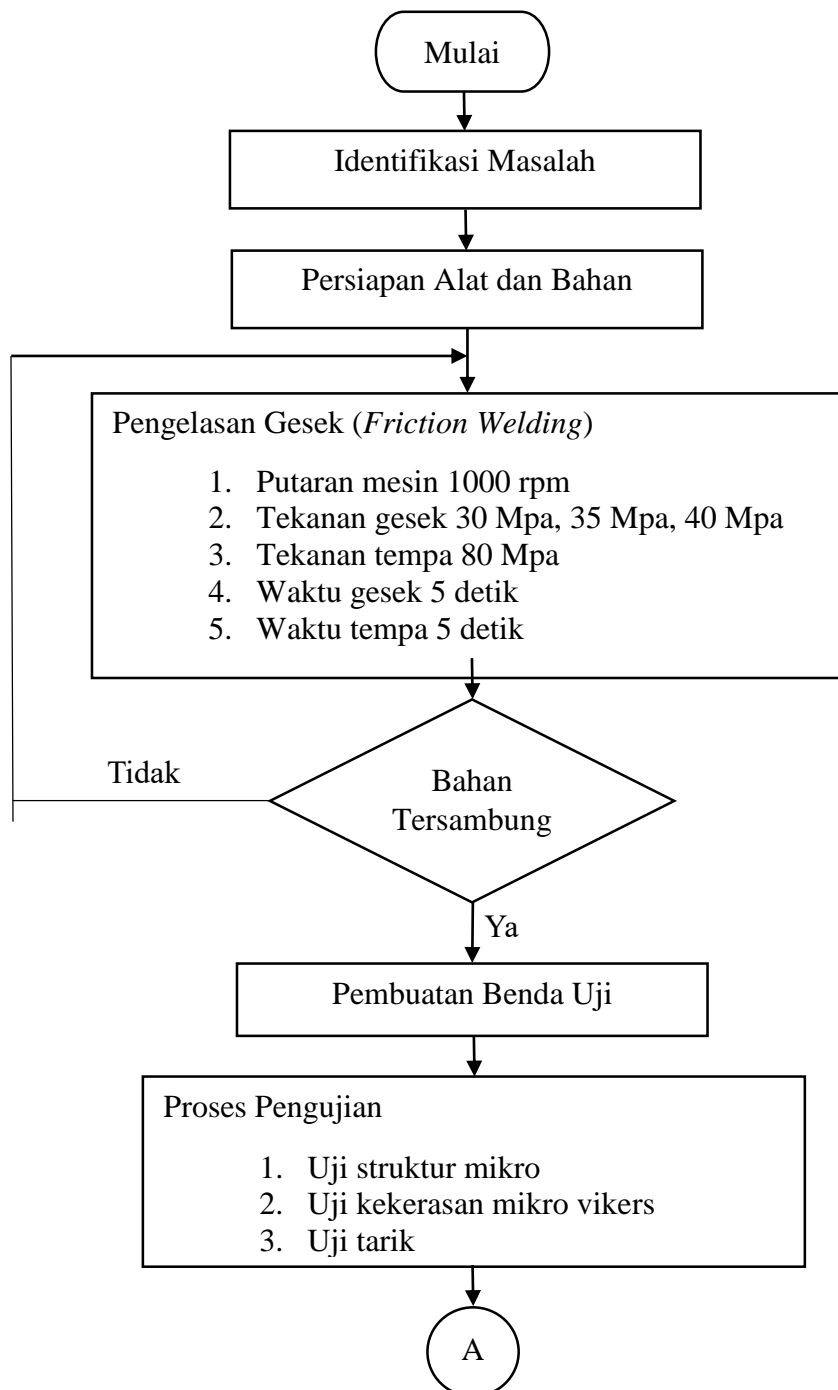
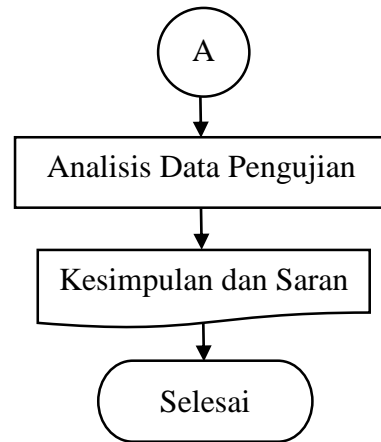


### BAB III METODELOGI PENELITIAN

#### 1.1 Diagram Alir Penelitian

Agar mempermudah alur dalam penelitian, maka dibuatlah diagram alir penelitian sebagai berikut:





**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

## 1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dalam penelitian ini ada;ah masih kurangnya informasi tentang parameter yang digunakan untuk proses pengelasan gesek (*Friction welding*), salah satunya adalah tekanan gesek yang diberikan pada saat proses penyambungan dengan pengelasan gesek. Acuan dalam pemberian tekanan gesek untuk penyambungan bahan silinder pejal tembaga dengan baja masih kurang. Perlu adanya penelitian untuk mendapat parameter tekanan yang optimal untuk menyambung bahan silinder pejal tembaga dengan baja, sehingga bisa dijadikan sebagai refrensi atau acuan untuk pengelasan berikutnya.

## 1.3 Perencanaan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan parameter variasi tekanan gesek untuk penelitian pengelasan gesek (*Friction Welding*). Variasi tekanan gesek diberikan untuk melihat pengaruh pada kekerasan, sifat tarik, dan struktur mikro sambungan bahan dissimilar pejal tembaga dan baja. Parameter tekanan gesek yang digunakan pada penelitian ini yaitu 30 Mpa, 35 Mpa, 40 Mpa. Sedangkan parameter lain yang digunakan adalah putaran konstan pada mesin 1000 rpm dan waktu gesekan 5 detik.

### 3.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu penelitian dimulai dari tanggal 20 Mei 2018 hingga 12 Juni 2018. Dimulai dari pembelian bahan silinder pejal tembaga dan baja, penyambungan

silinder pejal tembaga dengan baja, dan pembuatan spesimen untuk pengujian kekerasan, struktur mikro, dan sifat tarik. Dilanjutkan dengan pengujian spesimen.

Berikut adalah tempat yang digunakan untuk penelitian :

1. Laboraturium Fabrikasi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Laboraturium Material Teknik, Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Laboraturium *Testing Material* D-3 Teknik Mesin Universitas Gajah Mada

### 3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Sebelum melakukan pengelasan dilakukan persiapan beberapa hal, seperti persiapan alat dan bahan yang akan digunakan. Adapun pada penelitian ini digunakan alat dan bahan sebagai berikut:

#### A. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin las gesek (*continuous drive friction welding*), adalah alat yang digunakan dalam proses pengelasan gesek untuk penyambungan silinder pejal tembaga dan baja.



**Gambar 3.2** Mesin las gesek (*continuous drive friction welding*)

- Mesin bubut adalah alat yang digunakan untuk membuat benda uji tarik setelah dilakukan proses penyambungan silinder pejal tembaga dan baja.



**Gambar 3.3** Mesin bubut

- Universal Testing Machine (UTM)* adalah alat yang digunakan untuk pengujian tarik.



**Gambar 3.4** *Universal Testing Machine (UTM)*

- Metallurgical microcope inverted type* adalah alat yang berfungsi untuk mengamati perubahan struktur mikro material.



**Gambar 3.5** *Metallurgical microscope inverted type*

5. Mesin uji kekerasan vikers adalah alat yang digunakan untuk menguji tingkat kekerasan pada daerah sambungan, HAZ, dan *base metal*.



**Gambar 3.6** Alat uji *Hardness Vickers*

6. *Saw machine* adalah alat yang digunakan untuk memotong silinder pejal baja dan tembaga.



**Gambar 3.7** *Saw machine*

7. Jangka sorong adalah alat yang berfungsi untuk mengukur panjang, lebar, dan diameter benda kerja.



**Gambar 3.8** Jangka sorong

8. Pahat bubut adalah alat yang digunakan untuk membentuk benda kerja sesuai rencana pada mesin bubut.



**Gambar 3.9** Pahat bubut

9. Gerinda pahat digunakan untuk mengasah pahat bubut



**Gambar 3.10** Gerinda pahat

10. *Load cell* alat yang berfungsi untuk memvisualkan nilai tekanan gesek dan tekanan tempa pada mesin *friction welding*.



**Gambar 3.11** *Load cell*

11. Gergaji besi berfungsi untuk membelah benda kerja yang sudah disambung dan digunakan untuk pengujian mikro dan kekerasan.



**Gambar 3.12** Gergaji besi

12. Mesin *polish* untuk mengamplas spesimen uji yang sudah dibelah agar rata.



**Gambar 3.13** Mesin *polish*

## B. Bahan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan bahan silinder pejal tembaga dan baja dengan diameter  $\frac{1}{2}$  inch.



**Gambar 3.14** Silinder pejal baja dan tembaga

## 3.5 Pelaksanaan Penelitian

### 3.5.1 Pembuatan Spesimen

1. Siapkan bahan silinder pejal tembaga dan baja dengan diameter  $\frac{1}{2}$  inch.
2. Potong dengan ukuran masing-masing panjang tembaga dan baja 78 mm untuk parameter tekanan gesek 30 MPa dan 35 MPa. Lalu untuk parameter tekanan gesek 40 MPa tembaga dipotong dengan panjang 88 mm.
3. Bubut rata kedua ujung spesimen hingga panjang spesimen tembaga dan baja menjadi 75 mm untuk parameter tekanan gesek 30 MPa dan 35 MPa. Sementara panjang spesimen tembaga untuk parameter tekanan gesek 40 MPa adalah 85 mm.
4. Jika permukaan ujung spesimen sudah rata maka selanjutnya dilakukan pengelasan gesek (*friction welding*).

### 3.5.2 Proses Pengelasan

Prosedur pengelasan gesek yang dilakukan antara lain :

1. Kalibrasi Mesin Las Gesek

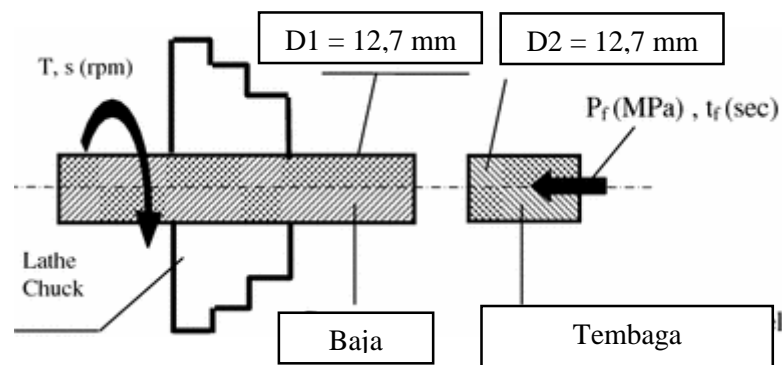
Sebelum pengelasan dimulai hal pertama yang harus dilakukan ialah mengkalibrasi mesin las gesek. Kalibrasi yang dilakukan bertujuan untuk memperoleh parameter pengelasan gesek (tekanan gesek dan tekanan tempa) sesuai yang diinginkan. Bagian cekam hidrolik mengalami



gesekan terhadap tumpuannya, hal ini dapat mempengaruhi tekanan yang dihasilkan oleh hidrolik.

Kalibrasi mesin las gesek dilakukan dengan cara mengukur tekanan menggunakan *load cell*, lalu menampilkan besar tekanan menggunakan perangkat lunak *data logger* dilaptop. Setelah *data logger* berjalan ukur tekanan awal dengan menarik tuas pegas tanpa menyetel katup *pressure gauge*. Pengukuran tekanan kedua dilakukan pada bagian belakang cekam hidrolik tanpa menyetel katup *pressure gauge*. Penyetelan ini dimaksudkan untuk mengetahui harga tekanan pada saat penyetelan katup *pressure gauge* secara bervariasi.

2. Pasang spesimen pada kedua cekam dan atur agar posisi spesimen *center*.
3. Nyalakan mesin las dengan putaran 1000 rpm.
4. Lakukan tekanan sebesar 30 MPa, 35 MPa, 40 MPa dengan waktu gesekan 5 detik.
5. Setelah mesin berhenti atur katup *pressure gauge* untuk memperoleh tekanan tanpa selama 5 detik.



**Gambar 3.15** Skema proses pengelasan gesek

### 3.5.3 Meresin Spesimen untuk Pengujian

Spesimen yang sudah disambung kemudian di resin dengan langkah sebagai berikut :

1. Potong spesimen dari setiap variasi tekanan gesek dengan panjang masing-masing 20 mm dari sambungan.
2. Belah spesimen menjadi dua.
3. Siapkan cetakan lalu mulai proses peresinan.
4. Setelah resin mengeras haluskan permukaan spesimen uji dengan menggunakan mesin *polish* dan amplas ukuran 120, 320, 800, 1000, 1200, 2000 secara bertahap.
5. Setelah permukaan spesimen halus, selanjutnya *polish* pada bagian permukaan logam yang akan diuji menggunakan autosol.

### 3.6 Proses Pengujian

Spesimen yang sudah disambung dengan pengelasan gesek (*friction welding*) menggunakan variasi tekanan 30 MPa, 35 MPa, dan 40 MPa akan diuji dengan pengujian kekerasan, pengujian tarik, dan pengujian metallografi.

#### 3.6.1 Proses Pengujian Metallografi

Pengujian metallografi bertujuan untuk menentukan hubungan antar struktur pada logam dengan sifat logam. Sifat mekanik material juga berhubungan langsung dengan sifat mikrostruktur material. Pengujian metallografi pada hasil penyambungan spesimen menggunakan las gesek berfungsi untuk memperlihatkan gambar struktur mikro. Gambar struktur mikro sambungan las gesek dianalisis untuk memperoleh hubungan bentuk struktur mikro dengan sifat logam spesimen. Proses pengujian metallografi adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengetsaan spesimen dengan larutan kimia agar struktur mikro material dapat terlihat.
2. Setelah spesimen dietsa selanjutnya dicuci dengan air yang mengalir kemudian dibilas menggunakan cairan alkohol lalu keringkan dengan *dryer*.

3. Foto mikro masing-masing variasi spesimen dengan 200x perbesaran.
4. Simpan data pengujian.

### 3.6.2 Proses Pengujian Kekerasan

Penelitian ini menggunakan alat uji kekerasan vikers untuk menguji kekerasan spesimen. Berikut proses pengujian vikers:

1. Menggunakan masing-masing variasi spesimen yang sudah diresin dan dihaluskan.
2. Melakukan pengujian kekerasan vikers pada masing-masing variasi spesimen uji dengan pembebanan sebesar 200 gr.
3. Menyimpan data hasil pengujian

### 3.6.3 Proses Pengujian Tarik

Penelitian ini menggunakan mesin uji tarik *Universal Testing Machine* (UTM) untuk pengujian tarik masing-masing variasi spesimen. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan material terhadap gaya tarik. Berikut proses pengujian tarik.

1. Menyiapkan spesimen uji tarik dengan mengikuti standar JIS Z 2201.
2. Menyalakan mesin uji tarik *Universal Testing Machine* (UTM) beserta unit komputer pengendali.
3. Memasang spesimen uji tarik pada cekam mesin uji tarik.
4. Menjalankan program U60.
5. Mengisi data material pada '*Method Window*'.
  - a. Panjang penjepit spesimen uji (*grip length*), tebal spesimen uji (*thickness*), panjang uji (*gauge length*), dan lebar spesimen uji (*width*).
  - b. Tentukan metode pengujian.
  - c. Tentukan kecepatan uji tarik.
6. Membuka tampilan '*report*' pada komputer guna menampilkan : *test no*, *test date*, *area*, *yeild point*, *max load*, dan *break*.
7. Tekan tombol '*TEST*' pada *tool box* guna memulai pengujian tarik.

8. Pengujian berjalan sampai spesimen uji patah dan mesin akan berhenti secara otomatis lalu layar komputer akan menampilkan grafik hasil pengujian tarik.
9. Simpan hasil pengujian menjadi 3 format file yaitu file data txt, grafik (exel), file pdf.
10. Lepas spesimen uji dari cekam mesin uji tarik.
11. Lakukan pengujian yang sama untuk masing-masing variasi spesimen yang lain.

### **3.7 Analisis Data**

Setelah semua data dari pengujian struktur mikro, kekerasan, dan kekuatan tarik diperoleh maka akan dilakukan analisis data sebagai berikut:

1. Analisis Data Struktur Mikro

Data yang diperoleh dari pengujian struktur mikro berupa foto mikro dengan perbesaran 200x. Daerah benda kerja yang diambil fotonya adalah daerah sambungan, daerah HAZ, dan daerah logam induk. Lalu data yang sudah diperoleh akan dianalisis perubahan struktur mikro yang terjadi pada hasil sambungan, daerah yang terkena panas (HAZ), dan logam induk. Sehingga dapat menghasilkan kesimpulan parameter yang cocok untuk mengelas gesek logam beda jenis tembaga dan baja.

2. Analisis Data Kekerasan

Data pengujian kekerasan diperoleh dari titik-titik pengujian spesimen masing-masing variasi. Data akan ditampilkan dalam bentuk tabel yang berisi jarak titik dari sambungan, diameter 1, diameter 2, rata-rata diameter, dan kekerasan. Supaya proses analisis menjadi lebih mudah maka data dalam tabel akan diolah menjadi grafik.

3. Analisis Data kekuatan Tarik

Pengujian tarik akan dilakukan sebanyak 3 kali dari masing-masing variasi spesimen. Dari 3 kali pengujian masing-masing variasi akan

dilakukan rata-rata agar memperoleh hasil yang cocok. Setelah itu data yang sudah dirata-rata akan diolah menjadi grafik dan diagram agar lebih mudah untuk dianalisis.