

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Identifikasi Masalah

Pada penyambungan logam silinder pejal aluminium 6061-T6 dan *stainless steel* 304 dengan metode *Continuous drive friction welding* terdapat identifikasi masalah tentang pengaruh dari penggunaan parameter tekanan gesek terhadap kekuatan tarik, struktur mikro, dan kekerasan dari sambungan yang dihasilkan. Pengaruh tekanan gesek perlu diketahui agar penyambungan aluminium 6061-T6 dan *stainless steel* 304 dapat menggunakan tekanan gesek yang tepat. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh parameter tekanan gesek terhadap kekuatan tarik, struktur mikro, dan kekerasan sambungan aluminium 6061-T6 dan *stainless steel* 304.

3.2. Perencanaan Penelitian

3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 6 Februari 2017 – 24 Juli 2017. Kegiatan utama pada penelitian ini meliputi proses pembuatan spesimen dan tahap pengujian. Pembuatan dan pengujian spesimen dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Laboratorium Material D3 UGM.

3.2.2 Variabel Penelitian

Pada perencanaan penelitian ini terdapat beberapa variabel yaitu :

3.2.2.1 Variabel bebas

Variabel yang ditentukan sebelum dilakukannya penelitian. Variabel bebas pada penelitian ini adalah :

Tekanan gesek 20 MPa, 25 MPa, 30 MPa, 35 MPa, 40 MPa, 45 MPa, 50 MPa, 55 MPa, 60 MPa, dan 65 MPa.

3.2.2.2 Variabel terikat

Variabel yang nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel bebas pada penelitian ini adalah :

- Kekuatan tarik sambungan

- Struktur mikro hasil sambungan.
- Nilai kekerasan

3.2.2.3 Variabel kontrol

Variabel yang besarnya dikendalikan selama penelitian. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah :

- Bahan yang digunakan adalah aluminium 6061-T6 dan *stainless steel* 304.
- Putaran mesin 1000 Rpm
- Tekanan upset 140 MPa
- Waktu gesek 4 detik
- Waktu upset 5 detik
- Bahan etsa

Aluminium 6061 : NaOH 50%.

Stainless steel 304 : 5 mL HNO₃, 45 mL HCl, 50 mL H₂O

3.3 Pengadaan Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

Ada beberapa alat utama yang digunakan selama penelitian, diantaranya adalah :

1. Mesin las gesek (*Continuous drive friction welding*)

Mesin las gesek adalah alat utama yang digunakan pada penelitian ini. Alat utama inilah yang digunakan untuk menyambungkan logam silinder pejal antara aluminium 6061-T6 dan *stainless steel* 304. Mesin las gesek yang digunakan termasuk dalam jenis *continuous drive friction welding* (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Mesin las gesek

2. Mesin bubut

Mesin bubut yang digunakan pada penelitian ini adalah merek Microweily dengan tipe TY-1640S. Mesin bubut ini digunakan untuk membentuk specimen benda uji sebelum dan sesudah dilakukannya penyambungan (Gambar 3.2).



Gambar 3.2 Mesin bubut

3. Mesin uji tarik

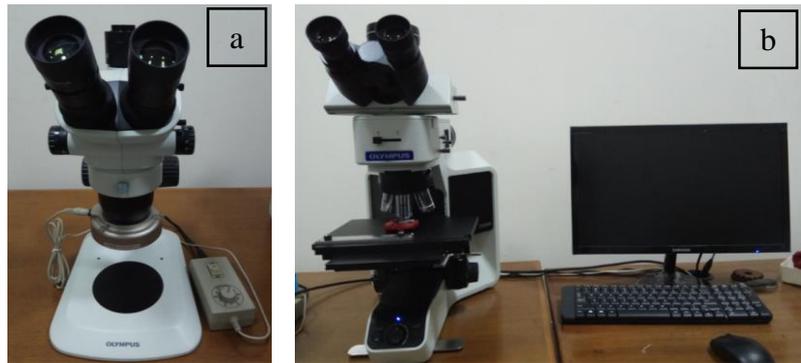


Gambar 3.3 Mesin uji tarik

Mesin uji tarik atau *universal testing machine* (UTM) adalah alat yang digunakan untuk pengujian kekuatan tarik hasil sambungan (Gambar 3.3). Pengujian kekuatan tarik dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin UMY.

4. Mesin uji struktur mikro

Alat uji makro yang digunakan pada pengujian ini adalah merek Olympus model SZ-LW61 T6 (Gambar 3.4a), sedangkan untuk pengujian struktur mikro digunakan Olympus model BX53MRF-S (Gambar 3.4b). Alat ini digunakan untuk pengujian struktur makro dan mikro pada hasil sambungan antara aluminium 6061-T6 dan stainless steel 304.



Gambar 3.4 Mesin uji struktur mikro (a) dan makro (b)

5. Alat Uji Kekerasan Micro Vickers

Alat uji kekerasan mikro Vickers merek Shimadzu dengan tipe HVM-M3 (Gambar 3.5) digunakan untuk menguji kekerasan mikro vickers suatu material. Alat ini terdapat di Lab Material D3 Universitas Gajah Mada.



Gambar 3.5 Alat uji kekerasan micro Vickers

6. Mesin gergaji

Mesin gergaji yang digunakan pada penelitian ini adalah merk King rex model REX-16SP (Gambar 3.6) dengan capacity 180 mm. Mesin gergaji disini digunakan untuk memotong *raw material* yang akan digunakan untuk bahan penyambungan.



Gambar 3.6 Mesin gergaji

7. Mesin *Metacut*

Mesin dengan merek Metakon tipe Metacut-M250 adalah alat yang digunakan untuk pemotongan atau pembelahan benda kerja yang akan digunakan untuk pengujian struktur mikro (Gambar 3.7).



Gambar 3.7 Mesin *Metacut*

8. Mesin perata permukaan dan pemoles

Alat yang digunakan untuk meratakan dan memoles specimen pengujian struktur mikro (Gambar 3.8).



Gambar 3.8 Mesin perata dan pemoles

3.3.2 Bahan penelitian

Bahan utama pada penelitian ini adalah aluminium 6061-T6 dan *stainless steel* 304, untuk paduan aluminium 6061-T6 dapat dilihat pada tabel 3.1, dan *stainless steel* pada Tabel 3.2.

3.3.2.1 Aluminium seri 6061-T6

Tabel 3.1 Paduan Aluminium 6061-T6 (Surdia, 2000)

| Paduan Aluminium 6061-T6 (%) | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Cr | Zn | Ti |
| 0.66 | 0.25 | 0.31 | 0.08 | 0.99 | 0.16 | 0.01 | 0.02 |

3.3.2.2 *Stainless steel* 304

Tabel 3.2 Paduan *Stainless steel* 304 (Iron and Steel society, 1999)

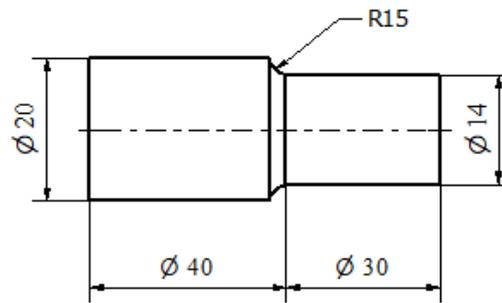
| Element | C | Mn | Si | Cr | Ni | P | S |
|-----------|------|------|------|-----------|----------|-------|------|
| Weight(%) | 0.08 | 2.00 | 1.00 | 18.0-20.0 | 0.8-10.5 | 0.045 | 0.03 |

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Pembuatan specimen benda kerja

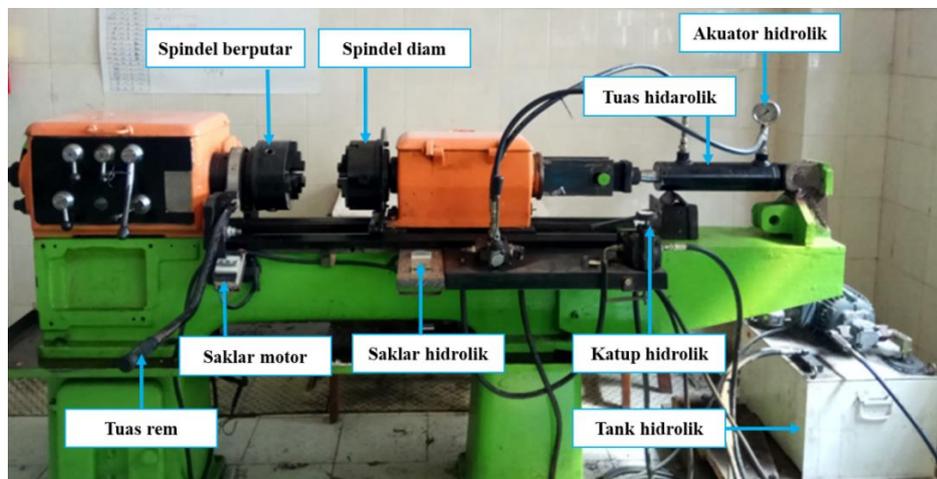
Dalam tahap pembuatan specimen, alat utama yang digunakan adalah mesin bubut. Ada beberapa langkah pengerjaan dalam pembuatannya yaitu:

- Menyiapkan bahan atau *raw material*.
- Memotong bahan menggunakan mesin gergaji dengan panjang 75 mm.
- Menyiapkan alat yang dibutuhkan saat pembubutan seperti : kunci *toolpost*, kunci *chuck*, pahat, dan jangka sorong.
- Menggunakan alat pelindung diri, diantaranya : kaca mata, dan sepatu.
- Menyeting kecepatan putar mesin bubut.
- Pasang benda kerja pada *chuck* mesin bubut.
- Bubut benda kerja hingga membentuk dimensi seperti pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Dimensi benda kerja

3.4.3 Proses Penyambungan CDFW



Gambar 3.10 Skema mesin las gesek

- Siapkan tabel rencana penelitian (Tabel 3.3)

Tabel 3.3 Rancangan rencana penelitian

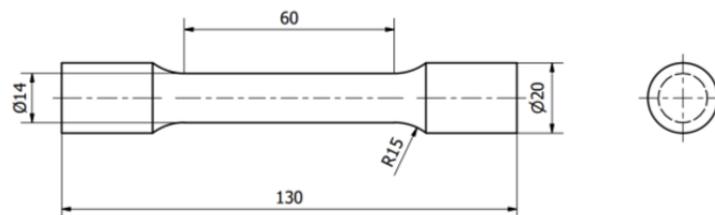
| No. | Tekanan gesek (MPa) | Waktu gesek (s) | Tekanan <i>upset</i> (MPa) | Waktu <i>upset</i> (s) |
|-----|---------------------|-----------------|----------------------------|------------------------|
| 1 | 20 | 4 | 140 | 5 |
| 2 | 25 | 4 | 140 | 5 |
| 3 | 30 | 4 | 140 | 5 |
| 4 | 35 | 4 | 140 | 5 |
| 5 | 40 | 4 | 140 | 5 |
| 6 | 45 | 4 | 140 | 5 |
| 7 | 50 | 4 | 140 | 5 |
| 8 | 55 | 4 | 140 | 5 |
| 9 | 60 | 4 | 140 | 5 |
| 10 | 65 | 4 | 140 | 5 |

- Siapkan bahan aluminium 6061-T6 dan *stainless steel* 304 yang sudah dibubut.
- Mengatur tekanan gesek 20 MPa untuk penyambungan pertama dan tekanan *upset* 140 MPa.
- Pasang aluminium pada *chuck* spindle yang berputar, dan pasang *stainless steel* pada *chuck* spindle yang diam
- Setelah tekanan sudah diatur dan bahan sudah dipasang, nyalakan motor untuk memutar spindle yang berputar.
- Siapkan stopwatch untuk mengatur waktu gesek dan waktu *upset*.
- Lakukan penekanan sampai bersentuhan.
- Setelah bersentuhan nyalakan *stopwatch*, jika sudah mencapai waktu gesek yang ditentukan yaitu 4 detik, hentikan spindle yang berputar dengan menggunakan tuas rem.
- Lakukan penekanan *upset* sebesar 140 MPa selama 5 detik.
- Kendorkan *chuck* pada spindle yang diam, dan mundurkan.
- Ambil benda kerja yang sudah disambung.
- Atur tekanan tempa selanjutnya yaitu 25 MPa, 30 MPa, 35 MPa, 40 MPa, 45 MPa, 50 MPa, 55 MPa, 60 MPa, dan 65 MPa.
- Lakukan proses penyambungan seperti sebelumnya sampai tekanan gesek 65 MPa.

3.5 Pelaksanaan Pengujian

3.5.1 Pengujian kekuatan tarik sambungan

Pengujian tarik dilakukan setelah proses penyambungan selesai. Benda kerja hasil pengelasan kemudian dibubut dan dibentuk sesuai dimensi standar JIS Z 2201 (Gambar 3.11).



Gambar 3.11 Dimensi specimen uji tarik standar JIS Z 2201

(*Japanese Industrial Standards Association, 1980*)

Dalam melakukan pengujian tarik, adapun prosedur yang harus dilakukan sebagai berikut :

- a. Mengukur diameter serta panjang spesimen uji menggunakan jangka sorong.
- b. Menghidupkan mesin uji tarik beserta unit komputer pengendaliannya.
- c. Memasang ujung spesimen pada cekam mesin uji tarik.
- d. Menjalankan Program U60.
- e. Mengisi data material pada "*Method Window*".
 - Untuk sample sambungan silinder aluminium 6061-T4 dengan stainless steel 304 : *Shape* (*Rectangle* = empat persegi panjang), *Width* (lebar spesimen), *weight* (berat specimen), *Gauge length* (panjang uji), dan *Grip length* (panjang jepit).
 - *Prepare test*, untuk menentukan metode pengujian.
- f. Melakukan pengujian dengan menekan tombol "*TEST*" pada *tool box*. Pengujian akan segera dimulai sampai benda uji patah, dan grafik tegangan-regangannya akan ditampilkan di layar, setelah benda uji patah, mesin akan berhenti secara otomatis.
- g. Membuka layar "*Report*" untuk menampilkan: *Test No*, *Test date*, *Area*, *Yield Point*, *Yield strength*, *Elongation*, *Max. Load*, dan *Break*.
- h. Lakukan penyimpanan untuk semua hasil pengujian.
- i. Lakukan pengujian untuk semua specimen.

3.5.2 Pengujian Struktur Mikro

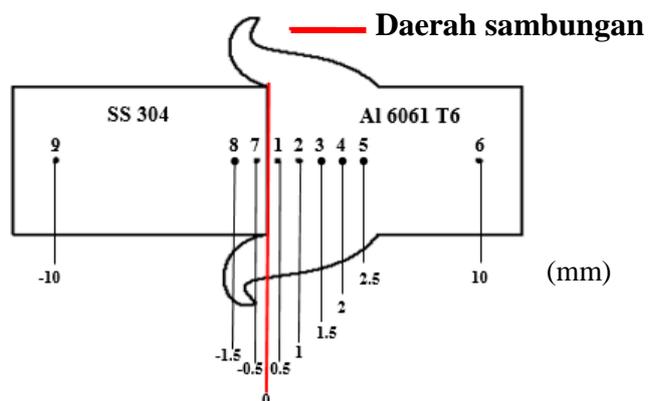
Langkah-langkah pengujian struktur mikro :

- Siapkan specimen yang akan digunakan untuk pengujian struktur mikro.
- Memotong dan membelah specimen menggunakan mesin *metal cut*.
- Setelah itu, celupkan specimen tersebut kedalam air panas.
- Keringkan menggunakan *dryer*.
- Lakukan *mounting* untuk specimen uji menggunakan resin.
- Setelah resin keras, lakukan pengamplasan, menggunakan amplas 120, 320, 1000, 2000.
- Lakukan *polishing* menggunakan autosol.

- Setelah benar-benar mengkilap, cuci specimen menggunakan air yang mengalir.
- Cuci menggunakan alkohol
- Keringkan kembali menggunakan *dryer*.
- Lakukan pengecekan menggunakan mikroskop.
- Jika sudah halus, lakukan *etching* pada specimen. Apabila masih terlihat bekas pengamplasan maka lakukan *polishing* kembali.
- Lakukan pengetsaan:
 Aluminum 6061: 50 % NaOH (Teteskan dan diamkan selama 8 menit)
Stainless steel : 10 ml HNO₃, 20 ml HCL, 30 ml H₂O (Teteskan dan diamkan selama 1 menit)
- Setelah dietsa, cuci menggunakan air yang mengalir, kemudian bilas menggunakan alkohol dan lakukan pengeringan menggunakan *dryer*.
- Amati struktur mikro

3.5.3 Pengujian Kekerasan Micro Vickers

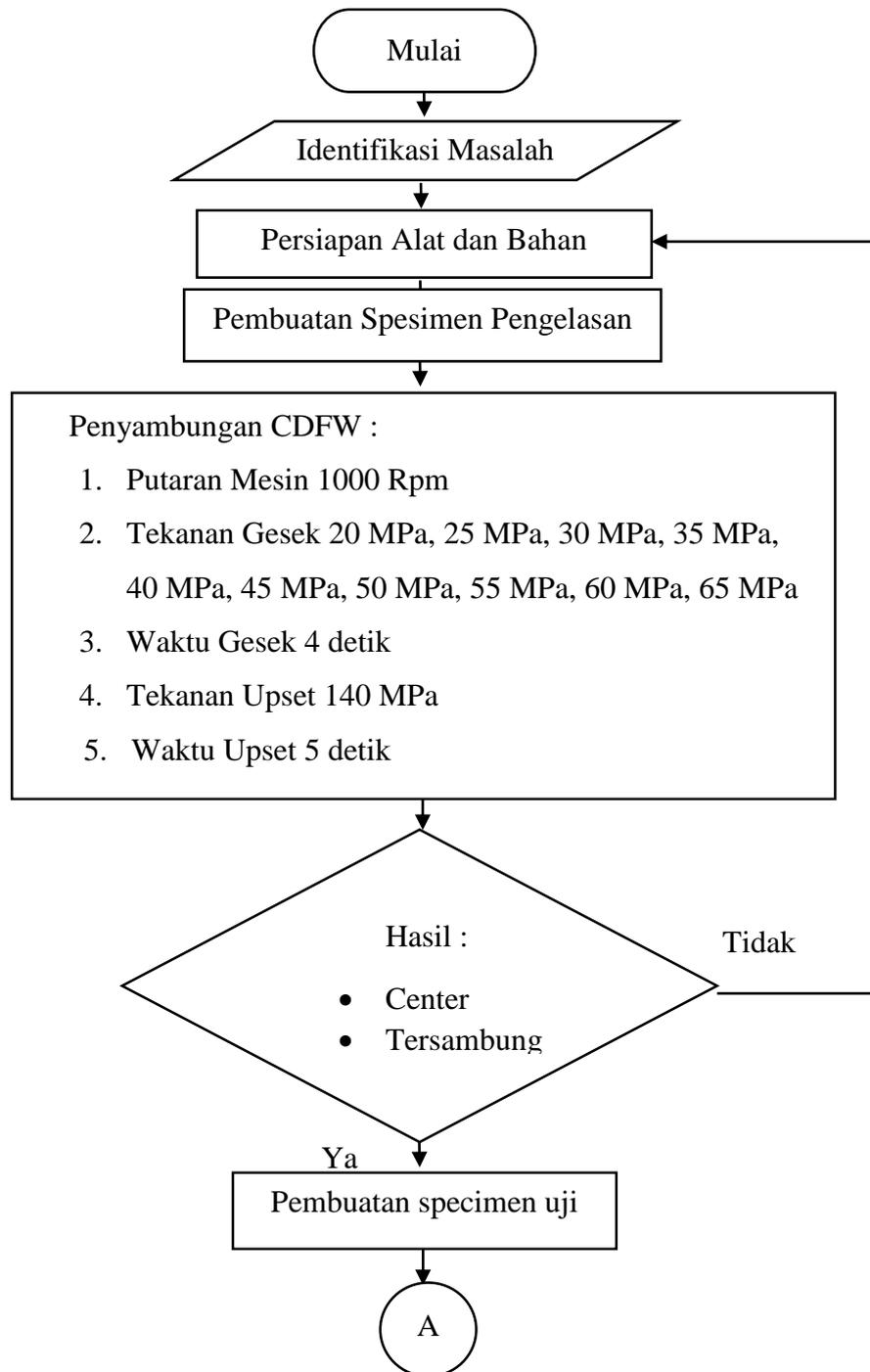
Prosedur pengujian kekerasan mikro vickers adalah piramida intan yang memiliki sudut 136° ditekankan kepermukaan titik 1, 2, 3, 4, dan 6 (Gambar 3.12) dengan pembebanan sebesar 200 gf. Setelah dilakukan penitikan, kemudian bekas injakan indenter diambil panjang diagonal-diagonalnya untuk menghitung nilai kekerasan mikro vickers.

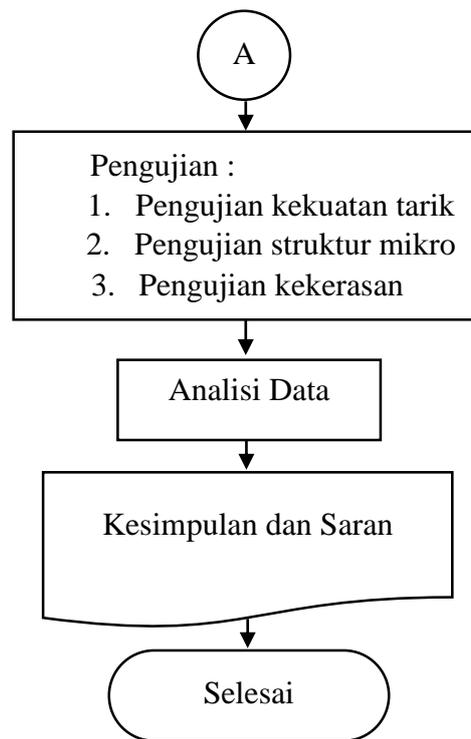


Gambar 3.12 Posisi uji kekerasan

3.6 Diagram Alir Penelitian

Sesuai metode dan proses penelitian yang telah dijelaskan pada bab ini, dapat dibentuk diagram alir sebagai berikut (Gambar 3.13) :





Gambar 3.13 Diagram alir penelitian