

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah parameter dalam proses pengelasan gesek sangatlah kurang, terutama dalam menentukan waktu dalam proses pengelasan gesek. Waktu gesek yang diberikan saat penyambungan belum memiliki acuan seperti waktu gesek pada material baja karbon rendah St 42 dengan *stainless steel* 304. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut untuk memperoleh parameter – parameter tersebut dalam proses penyambungan pengelasan gesek sehingga dapat dijadikan acuan pada penelitian selanjutnya.

3.2 Perencanaan Penelitian

3.2.1 Tempat Pelaksanaan

Dalam melakukan penelitian ini terdapat dua proses utama yang dijalani, yaitu proses pembuatan spesimen dan proses pengujian spesimen. Untuk proses pembuatan spesimen dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin UMY. Sedangkan proses pengujian dilakukan di dua tempat, yaitu Laboratorium Teknik Mesin UMY untuk pengujian tarik dan Laboratorium Material D3 UGM untuk pengujian struktur mikro dan pengujian kekerasan.

3.2.2 Variabel Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini terdapat beberapa variabel yang digunakan, yaitu variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol.

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang ditentukan terlebih dahulu sebelum melaksanakan penelitian. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah:

a. Waktu gesek

Waktu proses pengelasan gesek yang dipakai pada penelitian ini adalah 3 detik, 6 detik, 9 detik dan 12 detik.

2. Variabel terikat

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

- a. Struktur mikro
- b. Nilai kekerasan
- c. Kekuatan tarik

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang nilainya ditentukan pada saat proses penelitian sedang berjalan. Variabel kontrol yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- a. Material yang digunakan adalah Baja karbon rendah (*low carbon steel*) tipe St 42 dan *Stainless Steel* 304.
- b. Diameter material yang digunakan untuk bagian pengelesan gesek sebesar 14 mm, dan diameter material yang digunakan untuk cekam sebesar 20 mm.
- c. Putaran mesin yang digunakan dalam proses pengelasan gesek sebesar 1000 rpm.
- d. Tekanan gesek yang digunakan sebesar 30 MPa.
- e. Tekanan *Upset* yang digunakan sebesar 60 MPa.
- f. Waktu *Upset* yang digunakan selama 4 detik.
- g. Bahan etsa yang digunakan untuk material
 1. Baja karbon rendah tipe St 42 menggunakan
 2. *Stainless steel* 304 menggunakan
- h. Bentuk spesimen uji tarik menggunakan acuan standar JIS (*Japan Industrial Standar*).

3.3 Pengadaan Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ada beberapa alat yang digunakan, mulai alat yang digunakan untuk proses penyiapan spesimen sampai alat yang digunakan untuk pengujian. Alat yang digunakan yaitu:

1. Gergaji potong mesin



Gambar 3. 1 Gergaji Potong Mesin

Gergaji potong mesin ini digunakan untuk memotong material baja karbon rendah St 42 dan *stainless steel* 304. Material dalam bentuk awal 1 meter dipotong menjadi beberapa bagian kecil dengan ukuran 80 mm. Gergaji potong ini menggunakan merk King rex dengan model tipe REX-16SP dengan kapasitas 180 mm

2. Mesin bubut



Gambar 3. 2 Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan untuk membentuk spesimen sesuai dengan prosedur pengelasan gesek. Material yang sudah dipotong menggunakan gergaji potong selanjutnya dibentuk menggunakan mesin bubut ini. Mesin bubut ini

menggunakan merk *Microweily* dengan tipe TY-1640S. Kapasitas putaran mesin bubut ini mencapai 2000 rpm.

3. Mesin las gesek



Gambar 3. 3 Mesin Las Gesek

Mesin las gesek digunakan untuk proses penyambungan material baja karbon rendah tipe St 42 dengan *stainless steel* 304 untuk penelitian yang sedang dilakukan. Mesin ini sudah dilengkapi sistem hidrolik, dan mesin ini mempunyai kapasitas putaran 1000 rpm.

4. *Loadcell*



Gambar 3. 4 Loadcell

Loadcell digunakan untuk kalibrasi mesin las gesek, *loadcell* juga digunakan untuk mengetahui berapa kapasitas tekanan waktu dan tekanan tempa yang akan digunakan dalam penelitian ini. Dalam penggunaan *loadcell*, harus menggunakan alat tambahan yaitu laptop. Laptop digunakan untuk menyambungkan *loadcell*, sehingga hasil pengukuran yang didapat dari menentukan tekanan muncul di layar laptop menggunakan aplikasi *data logger*.

5. Mesin uji tarik



Gambar 3. 5 Mesin Uji Tarik

Mesin uji tarik ini digunakan untuk pengambilan data untuk penelitian yang sedang dilakukan. Spesimen yang digunakan dalam uji tarik ini adalah spesimen yang telah memalalui proses penyambungan dengan menggunakan mesin las gesek. Hal ini dilakukan untuk membandingkan data sesuai parameter yang digunakan. Mesin uji tarik ini menggunakan merk GOTECH dengan tipe GT-7001-LC50. Mesin uji tarik ini mempunyai kapasitas 5010 N/S /30380 V/50 HZ.

6. Gergaji potong manual



Gambar 3. 6 Gergaji Potong Manual

Gergaji potong manual ini digunakan untuk membelah spesimen yang sudah melalui proses penyambungan menjadi dua bagian. Hal ini bertujuan untuk proses pengujian selanjutnya yaitu proses pengujian struktur mikro dan nilai kekerasan.

7. Mesin poles



Gambar 3. 7 Mesin Poles

Mesin poles ini digunakan untuk menghaluskan atau meratakan bagian spesimen yang telah dibagi menjadi dua bagian menggunakan gergaji potong manual. Sebelum melakukan proses pemolesan, spesimen yang telah dibagi menjadi bagian di resin terlebih dahulu. Dalam tahap proses poles ini menggunakan amplas dari tipe yang paling kasar hingga tipe yang paling halus. Proses poles ini juga menggunakan pendingin untuk memaksimalkan hasil yang didapatkan.

8. Mesin struktur mikro



Gambar 3. 8 Mesin Struktur Mikro

Mesin struktur mikro ini digunakan untuk melihat bagian struktur sambungan spesimen yang telah disambung dan dibagi menjadi dua bagian. Cara menggunakan mesin struktur mikro ini dengan melalui perbesaran mikroskop

hingga 200x. Mesin struktur mikro ini menggunakan merk Olympus dengan tipe BX53MRF-S. Pengujian struktur mikro ini dilakukan di Laboratorium Material D3 Universitas Gajah Mada.

9. Mesin uji kekerasan



Gambar 3. 9 Mesin Uji Kekerasan

Mesin uji mikro ini digunakan untuk mengetahui nilai kekerasan pada spesimen yang telah disambung. Spesimen yang telah melewati proses uji struktur mikro akan dilanjutkan dengan uji kekerasan ini. Mesin uji kekerasan ini menggunakan merk Shimadzu dengan tipe HMV-M3. Pengujian uji kekerasan ini dilakukan di Laboratorium Material D3 Universitas Gajah Mada.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ada dua macam, yaitu baja karbon rendah (*low carbon steel*) tipe St 42 dan *stainless steel* 304. Untuk paduan dari bahan yang digunakan dalam penelitian ini bisa dilihat dari tabel 2.1 dan tabel 2.2.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Didalam pelaksanaan penelitian ada beberapa proses yang dilewati sebelum melakukan proses pengujian. Proses yang dimaksud adalah proses pembuatan spesimen dan proses pengelasan gesek.

3.4.1 Proses Pembuatan Spesimen

Dalam proses pembuatan spesimen ada beberapa tahapan untuk membuat bentuk spesimen yang sesuai dengan standar pengujian. Tahapan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan material yang akan di potong (Baja St 42 dan SS 304).
2. Memotong bahan menggunakan gergaji mesin dengan ukuran 80 mm.
3. Setelah dipotong, siapkan alat yang diperlukan untuk proses pembubutan.
4. Menggunakan APD (alat pelindung diri) saat proses pembubutan.
5. Atur kecepatan putar mesin bubut.
6. Memasang benda kerja dan pahat pada mesin bubut.
7. Bubut benda kerja dengan ukuran panjang 70 mm, diameter besar ukuran 20 mm sepanjang 40 mm dan diameter kecil ukuran 14mm sepanjang 30 mm.
8. Setelah benda selesai di bubut, dilakukan proses selanjutnya yaitu proses pengelasan.

3.4.2 Proses Pengelasan Gesek

Setelah material (baja St 42 dan SS 304) melalui proses pembubutan, selanjutnya material disambungkan dengan metode pengelasan gesek. Tahapan dalam pengelasan gesek adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan spesimen yang akan disambungkan (Baja St 42 dan SS 304).
2. Kedua ujung spesimen yang akan disambung sebaiknya diratakan terlebih dahulu untuk mengurangi getaran saat proses penyambungan.
3. Memasang spesimen pada kedua spindle, pasang spesimen baja pada spindle yang berputar dan *stainless steel* pada spindle

yang diam, dan pastikan posisi kedua spesimen pada posisi *center*.

4. Mengatur putaran mesin pada posisi 1000 rpm.
5. Menyalakan mesin las gesek.
6. Atur tekanan gesek menjadi 30 MPa dan tekanan *upset* menjadi 60 MPa menggunakan *load cell* yang dihubungkan ke laptop.
7. Atur waktu pengelasan pada detik ke 3, 6, 9 dan 12.
8. Lakukan pengereman jika sudah sesuai waktu yang ditentukan. Tambahkan waktu tekanan tempa selama 4 detik.
9. Lakukan penyambungan masing-masing 3 spesimen pada setiap waktu yang telah di tentukan.
10. Setelah benda kerja tersambung, lakukan proses pembubutan untuk penghilangan flash pada sambungan spesimen yang akan dilakukan uji tarik.



Gambar 3. 10 Hasil setelah proses penyambungan spesimen.

3.5 Proses Pengujian

Dalam proses pengujian ada beberapa jenis proses pengujian yang berbeda, diantaranya proses pengujian struktur mikro, proses pengujian kekerasan dan proses pengujian tarik.

3.5.1 Proses Pengujian Struktur Mikro

Dalam proses pengujian struktur mikro ada beberapa tahap yang dilakukan, yaitu:

1. Siapkan spesimen yang akan dilakukan pengujian struktur mikro.

2. Lakukan proses pemotongan spesimen menjadi 2 bagian menggunakan gergaji manual.
3. Setelah spesimen di potong, cetak benda uji menggunakan resin yang dicampur dengan katalis dan cetak pada tempat yang sudah dibuat.
4. Lakukan proses pengamplasan dengan menggunakan amplas seri 120, 320, 1000, 1500 dan 2000. Lakukan proses pengamplasan dari seri yang paling rendah sampai ke seri yang paling tinggi.
5. Setelah proses pengamplasan selesai, lakukan proses pemolesan menggunakan autosol.
6. Cuci spesimen yang telah melalui proses pemolesan dengan menggunakan air mengalir.
7. Cuci spesimen menggunakan alkohol dan keringkan dengan menggunakan *hairdryer*.
8. Lakukan proses pengecekan menggunakan mikroskop, dan pastikan permukaan sudah halus.
9. Lakukan proses etsa menggunakan bahan yang sesuai dengan jenis spesimen, lalu diamkan selama 8 menit.

Bahan etsa yang digunakan

- a) Baja karbon rendah: HNO_3 , konsentrasi 2,5%.
 - b) Stainless steel 304: Aqua Regia ($\text{HNO}_3 + \text{HCl}$) dengan perbandingan 1:3.
10. Cuci spesimen yang telah melalui proses etsa dengan menggunakan air mengalir dan bilas menggunakan alkohol, lalu keringkan kembali menggunakan *hairdryer*.
 11. Amati struktur mikro menggunakan mikroskop dengan perbesaran 200x.



Gambar 3. 11 Spesimen pengujian struktur mikro.

3.5.2 Proses Pengujian Kekerasan

Pada proses pengujian kekerasan, digunakan indenter intan berbentuk piramida terbalik. Prinsip pengujian ini mirip dengan proses pengujian *brinell*, walaupun jejak yang dihasilkan berbentuk bujur sangkar berdiagonal. Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan alat uji *vickers*. *Vickers* digunakan untuk mengetahui struktur kekerasan dari spesimen yang di uji, kemudian hasilnya direkam oleh sensor pembacanya yang terpasang pada sistem *vickers*.

3.5.3 Proses Pengujian Tarik

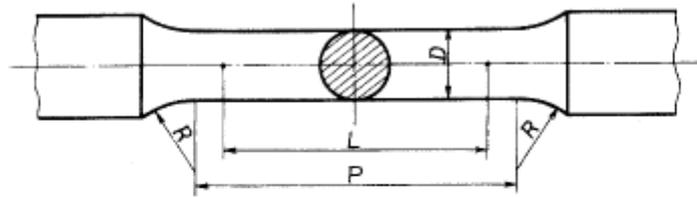
Dalam proses pengujian tarik ada beberapa tahapan yang dilakukan, yaitu:

1. Siapkan spesimen yang akan dilakukan proses uji tarik, ukur panjang total spesimen dan ukur diameter kecil yang telah dibubut.
2. Menyalakan mesin uji tarik (*Universal Testing Machine*) dan nyalakan juga unit komputer pengendalinya.
3. Memasang salah satu ujung spesimen pada salah satu cekam sesuai dengan tanda yang telah dibuat (*UP* atau *Down*) untuk mengatur cekam sesuai dengan panjang jepit yang telah diberi tanda.
4. Menentukan kecepatan pembebanan tarik sebesar 2 mm per menit.
5. Menjalankan program U60.
6. Mengisi data material pada menu *Method Window*:

- a. Untuk contoh sambungan St 42 dengan SS 304: *Width* (lebar spesimen), *Thickness* (tebal spesimen), *Gauge Length* (panjang benda uji), *Grip Length* (panjang jepit) dan *Weight* (berat benda uji).
 - b. *Prepare test*, untuk menentukan metode pengujian.
 - c. Menentukan kecepatan pembebanan uji tarik sebesar 2 mm per menit sesuai dengan kecepatan standar setiap pengujian.
7. Membuka menu *report* untuk melihat: *Test No*, *Test Date*, *Area*, *Yield Point*, *Yield Strength*, *Elongation*, *Max. Load* dan *Break*.
 8. Melakukan pengujian dengan menekan tombol *Test* pada *tool box*. Pengujian akan dimulai sampai benda uji mengalami patahan.
 9. Mencetak hasil pengujian dengan menekan tombol *Print*.
 10. Melepas benda uji dari cekam, dan lakukan pengukuran benda uji yang telah patah. Ukur panjang akhir, yakni antara dua titik yang sebelumnya telah ditandai sebagai panjang ukur.
 11. Menggambar bagan penampang patahan pada lembar kerja.
 12. Melakukan pengujian yang sama pada spesimen yang akan di uji tarik.
 13. Menyimpan data hasil pengujian yang telah dilakukan.



Gambar 3. 12 Spesimen pengujian tarik



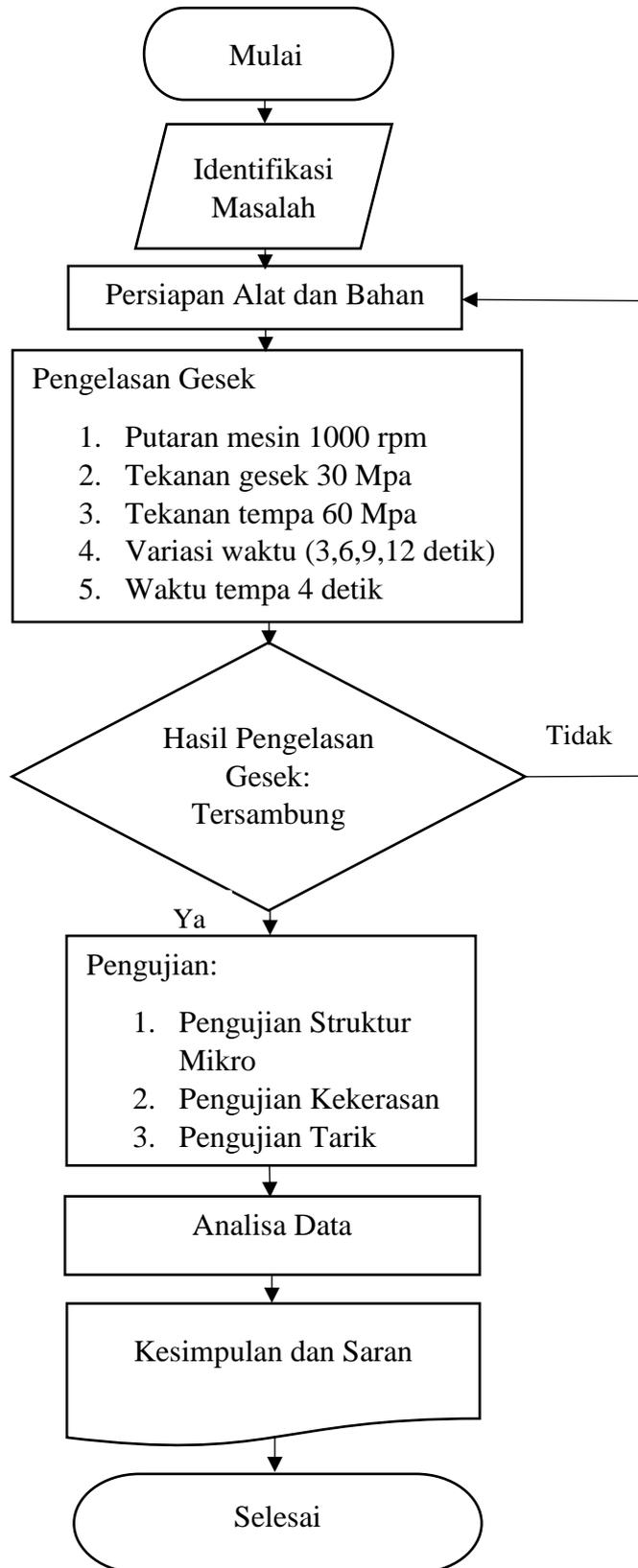
Unit : mm

Diameter D	Gauge length L	Parallel length P	Radius of fillet R
12.5	50	60 approx.	15 min.

Gambar 3. 13 Standar ukuran pengujian kekuatan tarik (JIS Z 2201:1998)

3.6 Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah alur panduan pelaksanaan, maka urutan pelaksanaan penelitian direncanakan sesuai diagram alir sebagai berikut:



3.7 Analisa Data

Setelah hasil dari pengujian struktur mikro, nilai kekerasan dan kekuatan tarik pada sambungan logam pejal *stainless steel* 304 dan baja karbon rendah St 42 telah didapatkan, maka akan dilakukan analisa data pengujian sebagai berikut:

1. Analisa data struktur mikro

Hasil yang diperoleh dari pengujian struktur mikro berupa foto struktur mikro di bagian logam induk, HAZ dan bagian sambungan. Foto struktur mikro menggunakan perbesaran 200x. Hasil foto kemudian dianalisa dari perubahan struktur mikro yang terjadi pada setiap bagian sehingga didapatkan kesimpulan parameter yang sesuai.

2. Analisa data nilai kekerasan

Hasil pengujian kekerasan didapatkan dari titik pengujian spesimen yang telah ditentukan. Ada 11 titik yang diujikan dari setiap spesimen, hasil yang didapat berupa tabel yang berisi hasil nilai kekerasan di titik yang telah diujikan. Nantinya tabel akan diubah menjadi grafik agar lebih mudah proses analisisnya.

3. Analisa data kekuatan tarik

Pengujian kekuatan tarik dilakukan tiga kali setiap spesimen variasi waktu gesek, hal ini dilakukan untuk mencari nilai rata-rata dari 3 spesimen yang diujikan. Data yang dihasilkan berupa grafik dan kemudian perlu diolah untuk mencari tegangan, regangan serta modulus elastisitas yang dihasilkan.