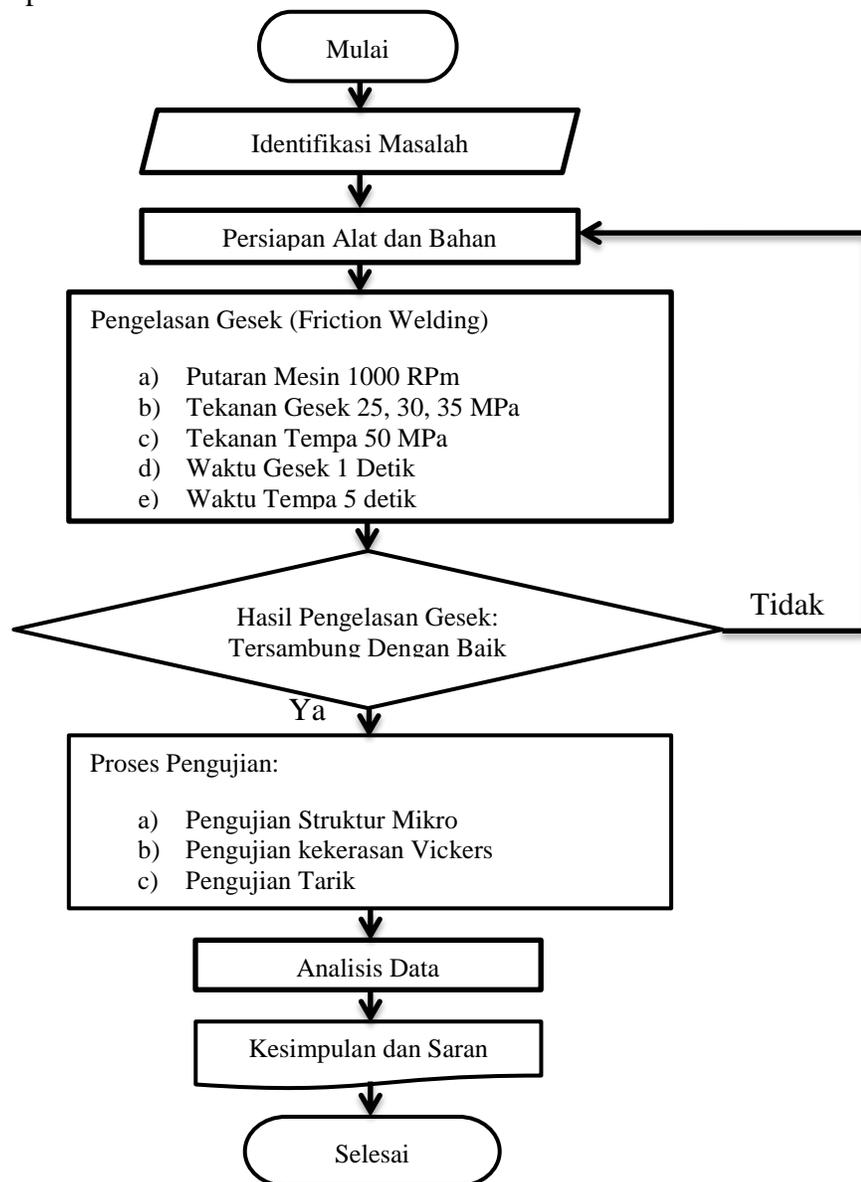


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah proses penelitian pengelasan gesek baja karbon dan stainless steel, maka saya membuat diagram alir untuk menggambarkan proses – proses penelitian berdasarkan proses penelitian agar mudah dipahami. Berikut diagram alir proses penelitian:



3.2 Identifikasi Masalah

Penelitian mengenai penyambungan dua buah material pipa baja (berputar) dan stainless steel (diam) menggunakan metode *Continous Drive Friction welding* atau pengelasan gesek masih sangat jarang dilakukan, sehingga sampai saat ini belum diketahui pasti mengenai parameter berapa tekanan gesek yang diperlukan untuk menghasilkan sambungan antara dua buah material baja karbon dan stainless yang optimal terutama untuk bahan pipa baja karbon rendah dan stainless steel. Padahal dua material tersebut sering digunakan di sekitar kita. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait penggunaan parameter tekanan gesek pada sambungan material pipa baja dan stainless steel, sehingga dapat dijadikan acuan agar menghasilkan kekuatan sambungan yang optimal.

3.3 Perencanaan Penelitian

3.3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung selama kurang lebih 4 bulan mulai tanggal 27 April sampai 30 Agustus 2018. Kegiatan utama dalam penelitian ini adalah proses pembuatan benda uji, pengambilan data dan pengujian benda uji. Kegiatan tersebut dilakukan di tempat yang berbeda – beda. Tempat penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a) Laboratorium Material S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (pembuatan benda uji dan pengambilan data).
- b) Laboratorium Fabrikasi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (Pengujian tarik).
- c) Laboratorium Bahan dan Material D3 jurusan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada (Pengujian Mikro dan Kekerasan).

3.3.2 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa variabel yaitu:

1. Variabel Bebas

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

- Bahan yang digunakan adalah pipa baja karbon ASTM A53 Gr.A (berputar) dengan stainless steel ASTM A312 TP 304.
- Kecepatan putaran mesin 1000 RPM.
- Tekanan gesek 25 MPa, 30 MPa dan 35 MPa.
- Tekanan tempa 50 MPa.
- Waktu gesek 1 detik.
- Waktu tempa 5 detik.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang nilainya dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini antara lain:

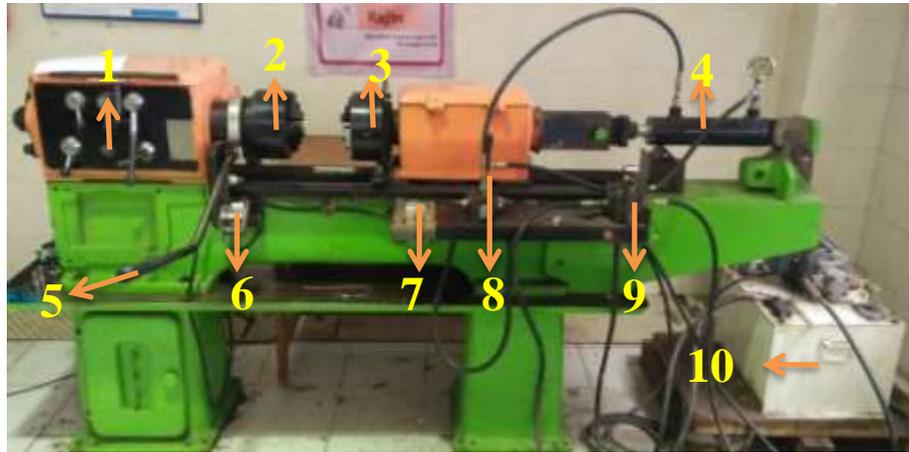
- Struktur mikro dari hasil sambungan pengelasan.
- Kekuatan tarik dari hasil sambungan pengelasan.
- Nilai kekerasan dari hasil sambungan pengelasan.

3.3.3 Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat Penelitian

Dalam penelitian ini ada beberapa alat yang digunakan selama proses penelitian yaitu:

a) Mesin Las Gesek (continuous drive friction welding)



Gambar 3.1 Mesin las gesek

- Keterangan:
- | | |
|---------------------------|---------------------|
| 1. Panel kecepatan putar. | 6. Saklar motor. |
| 2. Cekam berputar. | 7. Saklar hidrolik. |
| 3. Cekam diam. | 8. Tuas hidrolik. |
| 4. Aktuator Hidrolik. | 9. Katup hidrolik. |
| 5. Rem. | 10. Tank hidrolik. |

Mesin las Gesek adalah alat yang digunakan untuk proses pengelasan atau penyambungan baja karbon dan stainless steel. Alat ini terdapat di Laboratorium Fabrikasi Teknik Mesin UMY.

b) Mesin Bubut



Gambar 3.2 Mesin bubut

Mesin bubut digunakan sebagai pembuatan benda uji dengan standar JIS (Japan Industrial Standard) Z2201. Pembubutan dilakukan sampai benda uji memiliki panjang kurang lebih 75 mm.

c) Alat Uji Struktur Mikro



Gambar 3.3 Alat uji struktur mikro

Alat uji struktur mikro merek Olympus tipe PME3 yang terdapat di Lab Material D3 Universitas Gadjah Mada adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian struktur mikro pada suatu material baik pada sambungan las maupun pada material yang belum dilakukan sambungan. Alat ini dapat melihat struktur mikro mulai dari pembesaran 50 kali hingga 3000 kali pembesaran.

d) Alat Uji Kekerasan Micro Vickers



Gambar 3.4 Alat uji kekerasan micro Vickers

Alat uji kekerasan micro vickers merek Shimadzu dengan tipe HMV-M3 yang bertempat di Laboratorium Material D3 Universitas Gadjah Mada merupakan alat yang digunakan untuk menguji kekerasan micro vickers pada hasil sambungan pengelasan gesek . Alat ini dapat mengukur kekerasan bahan mulai dari yang sangat lunak (5 HV) hingga yang paling keras (1500 HV).

e) Alat Uji Tarik (Universal Testing Machine)



Gambar 3.5 Alat uji tarik

Alat uji tarik adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian tarik hasil sambungan las gesek. Spesimen yang diuji tarik adalah 11 benda uji (9 hasil pengelasan gesek, 1 material baja tanpa pengelasan dan 1 material stainless steel tanpa pengelasan). Benda uji tersebut sudah dibentuk sesuai standar JIS Z 2201 (Japan Industrial Standard).

f) *Load Cell*

Gambar 3.6 Load cell

Load cell model H3-C3-3.0t-6B berkapasitas 3 ton adalah alat yang digunakan untuk mengatur tekanan gesek dan tekanan tempa pada mesin las gesek sebelum melakukan proses pengelasan. Cara untuk mengetahui tekanan gesek dan tekanan tempa adalah dengan dihubungkan ke laptop menggunakan aplikasi data *logger*.

g) Gergaji Mesin



Gambar 3.7 Gergaji mesin

Gergaji mesin digunakan untuk memotong material yang nantinya akan dibuat sebagai benda uji untuk proses penyambungan. Material yang dipotong memiliki panjang 77-80 mm.

h) Gergaji potong manual

Gergaji potong manual digunakan untuk memotong dan membelah benda uji yang telah dilakukan penyambungan dengan las gesek yang selanjutnya digunakan untuk proses pengujian struktur mikro dan kekerasan.

i) Mesin perata permukaan dan pemoles

Mesin perata permukaan dan pemoles digunakan sebagai proses perataan dan pemolesan benda uji hasil pengelasan gesek yang sudah dibelah yang nantinya akan dilakukan pengujian mikro struktur.

j) *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk mengukur waktu gesek ketika pengelasan gesek dilakukan.

k) Jangka Sorong



Gambar 3.8 Jangka sorong

Jangka sorong adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengukuran benda kerja.

1. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a) Pipa baja karbon ASTM A53 Gr.A
- b) stainless steel ASTM A312 TP 304
- c) Resin dan Katalis

Resin dan katalis digunakan untuk membuat tempat sebagai wadah benda uji untuk mempermudah ketika melakukan pengujian kekerasan dan struktur mikro.

d) Etsa

Etsa digunakan untuk melihat permukaan benda uji agar terlihat saat dilakukan mikroskop.

e) Pasta poles (autosol)

Pasta poles digunakan untuk menggosok benda yang akan di uji pada permukaannya agar bersih.

3.4 Persiapan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Benda Uji

Pada proses pembuatan benda uji ada beberapa langkah yang harus dikerjakan yaitu:

- a) Memotong bahan pipa baja karbon dan stainless steel ukuran 22 mm dengan panjang sekitar 77 – 80 mm.
- b) Membubut bahan pipa baja karbon dan stainless steel dengan ukuran kurang lebih 75 mm.
- c) Membubut bagian dalam pipa baja karbon untuk menyamakan dengan tebal stainless steel. Tebal pipa baja karbon dan stainless steel yaitu 1,6 mm.

3.4.2 Melakukan Kalibrasi Mesin Las Gesek

Sebelum proses pengelasan gesek, proses persiapan berikutnya yaitu mengkalibrasi mesin las gesek dengan tujuan untuk mendapatkan hasil pengujian yang sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi waktu gesek pengelasan, kemudian untuk parameter tekanan gesek dan tekan tempa diatur 1 kali pada setiap parameter.

Cara melakukan kalibrasi mesin las gesek ini dengan menyetel tekanan mesin hidrolik pada las gesek menggunakan alat ukur yang bernama *load cell*. Penyetelan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tekanan hidrolik pada las gesek setiap dilakukan pembukaan katup.

3.4.3 Pelaksanaan Proses Pengelasan Gesek

- a) Menyiapkan bahan baja karbon rendah dan stainless steel yang telah dilakukan pembubutan dengan ukuran yang telah ditentukan.
- b) Menyiapkan *stop watch* dan label untuk pemberian label setelah dilakukan proses pengelasan gesek.
- c) Melakukan kalibrasi pada mesin las gesek untuk menentukan besar tekanan gesek 25, 30, 35 MPa dan besar tekanan tempa 50 MPa.
- d) Memasang bahan baja karbon rendah pada *chuck spindle* berputar dan memasang stainless steel 304 pada *chuck spindle* diam.
- e) Memasang kabel pada sumber listrik untuk menyalurkan arus ke mesin las gesek.
- f) Menyalakan saklar hidrolik dan saklar motor mesin untuk memutar *spindle* las gesek.
- g) Menarik tuas hidrolik secara terus menerus untuk menggerakkan maju pencekam stainless steel sampai waktu pengelasan dan waktu tempa telah tercapai.
- h) Setelah kedua buah specimen bergesekan, menyalakan *stopwatch* sampai mencapai waktu gesek yang telah ditentukan.
- i) Setelah waktu gesek yang ditentukan tercapai, mematikan putaran mesin dengan cara menarik tuas rem hingga pencekam yang berputar berhenti sempurna.
- j) Memberikan tekanan tempa sesuai yang telah ditentukan dan waktu yang telah ditentukan.
- k) Menempelkan label untuk menandai benda uji yang telah dilakukan penyambungan.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk melihat struktur logam yang telah dilakukan pengelasan gesek dengan menggunakan mikroskop sehingga dapat diamati lebih lanjut hasil dari pengelasan. Berikut adalah proses pengujian struktur mikro:

- a) Menyiapkan benda uji yang akan digunakan untuk pengujian struktur mikro.
- b) Memotong benda uji bagian kanan dan kiri 30 mm dari hasil pengelasan.
- c) Membelah benda uji menjadi 2.
- d) Mencetak dudukan benda uji dengan campuran resin dan katalis.
- e) Menghaluskan permukaan benda uji yang telah dibelah menggunakan amplas 100, 500, 800, 1000, 1200, 1500, 2000.
- f) melakukan polis permukaan benda uji menggunakan autosol.
- g) Mencuci benda uji dengan air mengalir.
- h) Memberikan etsa ke permukaan benda uji.
- i) Mencuci kembali benda uji dengan air mengalir dan bilas menggunakan alkohol kemudian mengeringkan benda uji.
- j) Mengamati struktur mikro dengan 200 kali pembesaran serta mengambil hasil foto dari pengamatan.

3.5.2 Pengujian kekerasan Mikro Vickers

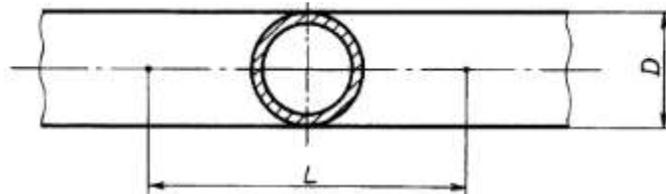
Pada pengujian kekerasan mikro Vickers dilakukan dengan menekan permukaan benda uji dengan indenter intan. Panjang diagonal diukur dengan skala pada mikroskop pengukur. Pengujian kekerasan struktur mikro Vickers digunakan untuk mengetahui struktur kekerasan dari benda uji. Hasil dari pengujian direkam oleh sensor pembaca yang terpasang pada sistem. Berikut proses pengujian kekerasan struktur mikro Vickers:

- a) Menyiapkan benda uji yang akan digunakan untuk pengujian struktur mikro.
- b) Memotong benda uji bagian kanan dan kiri 30 mm dari hasil pengelasan.
- c) Membelah benda uji menjadi 2.

- d) Mencetak dudukan benda uji dengan campuran resin dan katalis.
- e) Menghaluskan permukaan benda uji yang telah dibelah menggunakan amplas.
- f) Melakukan pengujian kekerasan menggunakan alat vickers dengan memberikan beban 10 kgf ke permukaan benda uji selama 5 detik.

3.5.3 Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik ini dilakukan pada benda uji yang telah dilakukan penyambungan. Material hasil pengelasan yang digunakan untuk pengujian tarik dibuat sesuai standar uji tarik *JIS Z 2201*. Pengujian tarik ini dilakukan menggunakan mesin uji tarik *Universal Testing Machine (UTM)* dengan bentuk benda uji:



Gambar 3.9 Spesimen uji tarik standar *JIS Z 2201*

Panjang ukur: $L = 5,65 \sqrt{A}$

A = Luas penampang bagian paralel

Keterangan:

Kedua ujung batang uji yang akan dijepit disisipi mandrel tetapi jarak jepit ($L + \frac{D}{2}$) ke ($L + 2D$) dan diutamakan ($L + 2D$)

Adapun prosedur untuk melakukan pengujian tarik yaitu sebagai berikut :

- a) Mengukur panjang dan diameter pada benda uji menggunakan jangka sorong.
- b) Meratakan bagian luar dari benda uji setelah proses penyambungan.
- c) Menyalakan mesin uji tarik *Universal Testing Machine (UTM)* beserta komputer pengendalinya.
- d) Memasang benda uji yang sudah dipasang mandrel pada kedua cekam mesin uji tarik.

- e) Menjalankan program U60 pada komputer pengendali
- f) Mengisi data material pada “*Method Window*” seperti : *Witdh*, *Thickness*, *Gauge lenght*, *Grip lenght* dan *Weight*.
- g) Melakukan *prepare test* untuk menentukan metode pengujian.
- h) Mengatur kecepatan pembebanan uji tarik dengan kecepatan tarik 1mm/menit.
- i) Membuka layar “*Report*” untuk menampilkan: *Test no*, *Test date*, *Area*, *Yield point*, *Yield strenght*, *Elongation*, *Max*, *Load*, dan *Break*.
- j) Melakukan pengujian dengan menekan tombol “*TEST*” pada *tool box* untuk memulai. Pengujian dimulai hingga benda uji patah dan mesin akan berhenti secara otomatis.
- k) Menyimpan semua data hasil dari pengujian yang berupa: grafik (*excel*), gambar (*jpg*) dan file data *txt*.