

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Identifikasi Masalah

Penelitian mengenai penyambungan pipa kuningan dengan menggunakan metode *Continous Drive Friction Welding (CDFW)* masih jarang dilakukan, sehingga sampai saat ini belum diketahui mengenai berapa durasi waktu gesek yang diperlukan untuk menghasilkan kekuatan sambungan yang optimal. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait penggunaan parameter waktu gesek pada sambungan material pipa kuningan, sehingga dapat dijadikan acuan pada penyambungannya agar menghasilkan kekuatan sambungan yang optimal.

3.2 Perencanaan Penelitian

3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung selama kurang lebih 3 bulan mulai dari 15 April – 13 Juli 2018. Kegiatan utama dalam penelitian ini yaitu proses pembuatan specimen dan pengujian. Kedua kegiatan utama tersebut dilakukan ditempat yang berbeda – beda. Tempat penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu:

- a. Laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- b. Laboratorium Fabrikasi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- c. Laboratorium Bahan dan Material D-3 Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada (Pengujian Mikro dan Kekerasan)

3.2.2 Variabel Penelitian

Ada beberapa variabel yang akan ada pada penelitian ini, yaitu:

1. Variabel Bebas

Merupakan variabel yang ditentukan sebelum dilaksanakannya penelitian. Variabel bebas yang ditentukan pada penelitian ini adalah: Waktu gesek pengelasan 2 detik, 3 detik, 4 detik.

2. Variabel Terikat

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

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

3. Variabel Kontrol

Merupakan variabel yang besarnya dikendalikan. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah:

- Bahan yang digunakan adalah pipa kuningan
- Kecepatan putaran mesin 1000 Rpm (keterbatasan alat uji)
- Tekanan gesek 30 Mpa
- Tekanan tempa 50 Mpa
- Waktu tempa 4 detik

3.3 Pengadaan Alat dan Bahan

3.3.1 Alat Penelitian

Adapun alat – alat yang digunakan selama proses penelitian, antara lain:

1. Mesin las gesek (*Continuous Drive Friction Welding*)

Merupakan alat utama dalam pengerjaan proses pengelasan gesek penyambungan logam pipa kuningan. Mesin las gesek ini termasuk ddalam jenis *continuous drive friction welding*.



Gambar 3.1 Mesin Las Gesek

2. Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan sebagai pembuatan specimen dan pembersihan pada ujung pipa kuningan agar halus yang kemudian dilakukan proses penyambungan.



Gambar 3.2 Mesin Bubut.

3. Mesin Uji Struktur Mikro

Alat uji foto 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 pengelasan. Alat ini dapat melihat struktur mikro mulai dari pembesaran 50 kali hingga 3000 kali pembesaran.



Gambar 3.3 Alat Uji Struktur Mikro

4. Alat Uji Kekerasan Micro Vickers

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



Gambar 3.4 Alat Uji Kekerasan Micro Vickers

5. Mesin Uji Tarik

Alat uji tarik atau *Universal Testing Machine (UTM)* yang berada di Lab Material Universitas Muhammadiyah Yogyakarta adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian tarik hasil sambungan pengelasan gesek. Specimen yang akan diuji telah dibentuk sesuai standar *JIS Z 2201 (Japan Industrial Standard)*.



Gambar 3.5 Mesin Uji Tarik (*Universal Testing Machine*)

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*.



Gambar 3.6 *Load Cell*

7. Mesin Gergaji

Mesin gergaji digunakan untuk memotong raw material yang nantinya akan dibuat sebagai spesimen untuk proses penyambungan.



Gambar 3.7 Mesin Gergaji Motor

8. Mesin perata permukaan dan pemoles

Mesin ini digunakan sebagai proses perataan dan pemolesan material hasil pengelasan gesek yang sudah dibelah yang nantinya akan dilakukan pengujian mikro struktur.



Gambar 3.8 Mesin Perata dan Pemoles

9. Gergaji Potong Manual

Gergaji potong manual digunakan untuk membelah spesimen yang telah disambung dengan las gesek yang kemudian dibelah menjadi dua buah bagian guna untuk proses pengujian mikro struktur dan kekerasan.

10. *Stop Watch*

Stop Watch digunakan untuk mengukur waktu gesek ketika pengelasan gesek dilakukan.

3.3.2 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah logam pipa kuningan.



Gambar 3.9 Logam Pipa Kuningan

3.4 Persiapan Penelitian

3.4.1 Pembuatan Spesimen

Pada proses pembuatan specimen ada beberapa langkah yang harus dilakukan, antara lain:

- a. Pemotongan bahan pipa kuningan ukuran 7/8 dengan panjang masing – masing 7.5 cm.



Gambar 3.10 Pemotongan Bahan Pipa Kuningan

- b. Meratakan kedua ujung pipa kuningan dengan menggunakan mesin bubut yang bertujuan ketika terjadi pengelasan gesek kedua ujung permukaan pipa rata, sehingga dapat meminimalisir getaran antara kedua bahan yang tidak rata.



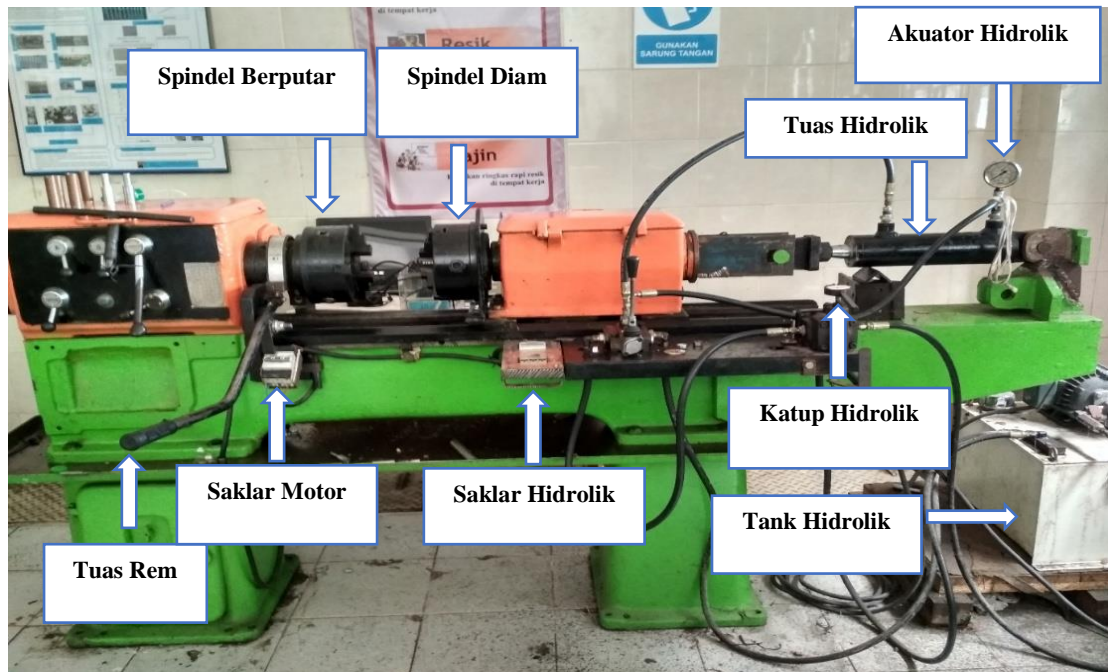
Gambar 3.11 Perataan Ujung Bahan Kuningan dengan Mesin Bubut

3.4.2 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 pada awalnya saja, karena dianggap konstan. Cara kalibrasi mesin las gesek ini dilakukan dengan cara menyetel tekanan dengan mesin hidrolik menggunakan alat ukur yang bernama *load cell*. Penyetelan ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar tekanan setiap dilakukan pembukaan katup secara bervariasi.

3.4.3 Pelaksanaan Proses Penyambungan *CDFW*

Proses penyambungan las gesek dapat dilihat pada Gambar 3.12



Gambar 3.12 Skema Mesin Las Gesek

Langkah – langkah dalam melakukan penyambungan *CDFW*

- a. Menyiapkan bahan pipa kuningan dengan ukuran yang sudah ditentukan dan sudah dibersihkan bagian masing – masing ujung pipa.
- b. Melakukan kalibrasi pada mesin las gesek untuk menentukan besar tekanan yang telah ditentukan.
- c. Pasang bahan kuningan pada *chuck spindle* berputar dan *chuck spindle* diam pada posisi yang *center*.
- d. Nyalakan saklar hidrolik, kemudian nyalakan juga saklar motor mesin untuk memutar *spindle* yang berputar.
- e. Siapkan *stopwatch* untuk menentukan waktu gesekan yang telah ditentukan.
- f. Lakukan penekanan dengan menarik tuas hidrolik hingga piston hidrolik bergerak maju dan terjadi gesekan pada kedua buah specimen.

- g. Setelah kedua buah specimen bergesekan nyalakan *stopwatch* hingga mencapai waktu gesek yang telah ditentukan.
- h. Setelah mencapai waktu gesek yang telah ditentukan matikan mesin dengan cara menarik tuas rem hingga *chuck* yang berputar berhenti.
- i. Kendorkan *chuck* pada spindel yang diam dan mundurkan dengan cara mendorong tuas hidrolik hingga piston hidrolik bergerak mundur.
- j. Ulangi proses penyambungan dengan cara diatas hingga variasi pengujian yang telah ditentukan selesai.

3.5 Pelaksanaan Pengujian

3.5.1 Pengujian Metallografi

Pengujian metallografi merupakan suatu metode pengamatan untuk melihat struktur logam dengan menggunakan mikroskop. Pengamatan tersebut dilakukan pada specimen yang telah diproses sehingga bisa diamati dengan pembesaran tertentu. Adapun langkah – langkah sebelum melakukan proses pengujian mikro yaitu sebagai berikut:

1. Pembuatan spesimen yang akan diuji.
2. Memotong dan membelah spesimen menjadi dua bagian menggunakan gergaji dengan hati – hati agar tidak merusak struktur mikro pada logam tersebut yang disebabkan oleh panas yang timbul akibat pembelahan.
3. Proses mounting dilakukan setelah benda uji dibelah. Proses mounting dilakukan dengan menggunakan resin dan katalis dengan cara memasukkan pada cetakan yang telah dibuat.
4. Mengamplas permukaan benda uji yang telah dicetak dengan resin menggunakan amplas ukuran yang paling kasar sampai paling halus, yaitu amplas nomer: 120, 320, 1000, 1500, 2000.
5. *Polishing* dilakukan setelah mendapatkan permukaan yang halus. *Polishing* dilakukan menggunakan autosol secukupnya hingga permukaan benar – benar halus dan mengkilap.
6. Proses pengetsaan benda uji dilakukan setelah proses *polishing*

7. Setelah proses pengetsaan, cuci benda uji yang telah dietsa menggunakan air mengalir dan bilas dengan alkohol kemudian keringkan.
8. Amati struktur mikro kemudian foto mikro benda uji dengan 200 kali perbesaran.

3.5.2 Pengujian Kekerasan Micro Vickers

Metode pengujian kekerasan Vickers dilaksanakan dengan cara menekan benda uji dengan indenter intan yang berbentuk piramida dengan alas segi empat dan besar sudut dari permukaan – permukaan yang berhadapan 136° . Penekanan oleh indenter akan menghasilkan suatu jejak atau lekukan pada permukaan benda uji dengan pembebanan 200 gf. Kemudian bekas penekanan indenter diambil panjang diagonal-diagonalnya untuk menghitung nilai kekerasan micro vickers. Untuk mencari kekerasan micro vickers bisa dicari melalui perbandingan antara beban dengan luas tapak penekan.

Rumus mencari nilai kekerasan :

$$VHN = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{(1.854)p}{d^2} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan :

VHN= vickers hardners number

P = beban yang digunakan (kgf)

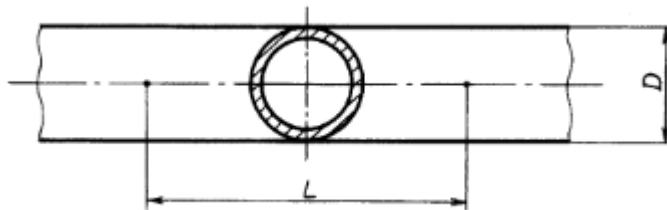
D = panjang diagonal rata – rata (mm)

θ = sudut antar permukaan intan yang berhadapan 136°

3.5.3 Pengujian Tarik Sambungan Pengelasan

Proses pengujian tarik ini dilakukan pada specimen setelah proses penyambungan pengelasan selesai. 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 spesimen :



Gambar 3.13 Spesimen uji tarik standard *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 $(L + 2D)$

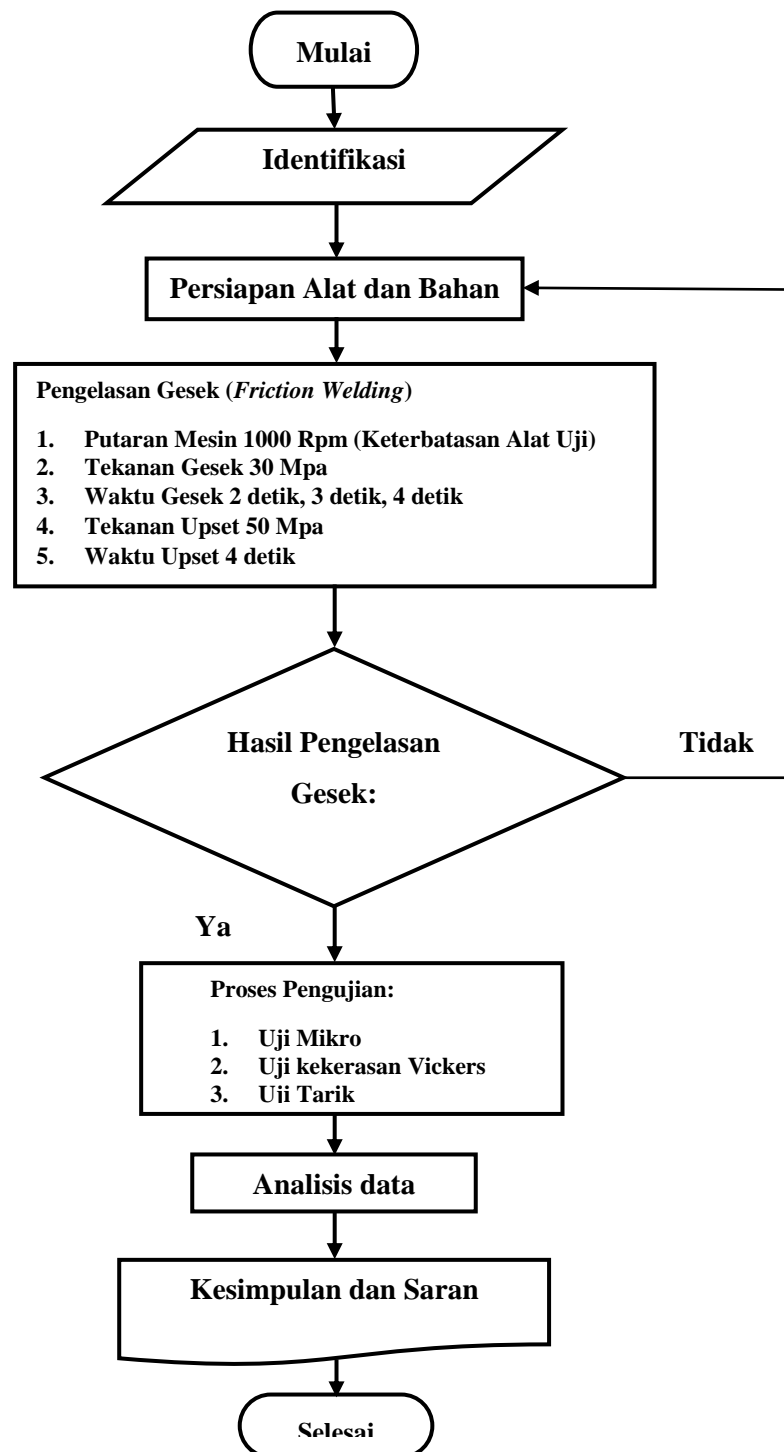
Adapun prosedur untuk melakukan pengujian tarik yaitu sebagai berikut :

1. Mengukur panjang dan diameter pada specimen uji tarik menggunakan jangka sorong.
2. Menyalakan mesin uji tarik *Universal Testing Machine (UTM)* beserta komputer pengendalinya.
3. Memasng spesimen uji yang sudah dipasang mandrel pada kedua cekam mesin uji tarik. Mandrel berfungsi sebagai penahan pipa pada cekam agar ketika benda uji dicekam tidak mengalami perubahan bentuk ketika dicekam.
4. Menjalankan program U60 pada komputer pengendali
5. Mengisi data material pada “*Method Window*” seperti : *Witdh*, *Thickness*, *Gauge lenght*, *Grip lenght* dan *Weight*.
6. Melakukan *prepare test* untuk menentukan metode pengujian.

7. Mengatur kecepatan pembebanan uji tarik pada kecepatan 1mm/menit.
8. Membuka layar “*Report*” untuk menampilkan: *Test no*, *Test date*, *Area*, *Yield point*, *Yield strenght*, *Elongation*, *Max*, *Load*, dan *Break*.
9. Melakukan pengujian dengan menekan tombol “*TEST*” pada *tool box* untuk memulai. Pengujian dimulai hingga benda uji patah dan mesin akan berhenti secara otomatis, kemudian grafik tegangan dan regangan akan ditampilkan pada layar komputer.
10. Menyimpan semua data hasil dari pengujian yang berupa: grafik (*excel*), gambar (*jpg*) dan file data *txt*.
11. Lakukan pengujian yang sama pada spesimen berikutnya dengan prosedur yang sama.

3.6 Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah proses penelitian pengelasan gesek ini, maka dibuatlah diagram alir untuk menggambarkan proses – proses oprasional agar mudah dipahami dan dimengerti berdasarkan urutan langkah dari proses penelitian. Berikut adalah diagram alirnya:



Gambar 3.14 Diagram Alir