

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Identifikasi Masalah

Penelitian tentang penyambungan material berbeda jenis dengan metode *Resistance Spot Welding* (RSW) masih belum banyak yang dilakukan, oleh karena itu masih belum diketahui beberapa parameter yang sesuai seperti besarnya arus listrik pengelasan yang digunakan agar mendapatkan hasil sambungan las yang baik. Dalam hal ini maka dilakukan penelitian mengenai variasi parameter tegangan listrik pengelasan pada RSW agar hasil sambungan las yang didapatkan lebih optimal.

3.2 Perencanaan Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ada di beberapa tempat, yaitu:

- a. Laboratorium bahan teknik Universitas Gajah Mada, jalan Grafika 2A Yogyakarta 55281.
- b. Laboratorium pengukuran, Mikroskop Makro dan Mikro Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- c. Laboratorium manufaktur, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

3.2.2 Variabel Penelitian

- a. Variabel bebas yaitu variabel yang digunakan dalam melakukan proses pengelasan. Penelitian ini variabel yang digunakan adalah variasi tegangan listrik pengelasan sebesar 1,6 Volt, 1,79 Volt dan 2,02 Volt.

- b. Variabel terkait yaitu variabel yang nilainya terkait dengan variabel bebas. Pada penelitian ini diantaranya: kekuatan tarik, struktur mikro dan kekerasan.
- c. Variabel kontrol yaitu variabel yang besarnya dikendalikan secara konstan. Penelitian ini variabel yang digunakan adalah *Stainless steel 304* dan baja karbon tinggi, waktu penekanan yang digunakan adalah 5 detik.

3.3 Alat Penelitian

Beberapa alat yang digunakan dalam proses penelitian antara lain adalah sebagai berikut:

1. Mesin RSW (*Resistance Spot Welding*)

Mesin RSW atau *spot welding* ini digunakan dalam proses penyambungan material plat logam. Mesin las titik yang digunakan adalah tipe DN-16-1. Proses pengelasan material dilakukan di laboratorium manufaktur teknik mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



Gambar 3.1 Mesin *spot welding* DN-16-1

Gambar 3.1 Menunjukkan mesin las titik yang digunakan dalam penelitian dengan variasi *adjustment* waktu dan tegangan listrik.

Spesifikasi mesin las RSW tipe DN-16-1 dapat dilihat pada tabel di bawah ini (Tabel 3.1):

Tabel 3.1 Spesifikasi mesin las RSW tipe DN-16-1

Rated Power	16 KVA
Mains Input Voltage	380
Rated Input Current	42 A
Second Empty Load Voltage	1.6 V - 3.2 V
Duty Cycle Rating	20 %
Adjustable Class Number	6 Class
Max Welding Thickness of Low Carbon Steel	3 + 3 mm

2. Alat Uji Tarik

Alat uji tarik ini digunakan untuk menguji sifat mekanik dari suatu material yaitu kekuatan material terhadap gaya tarik. Pada waktu pengujian benda uji dicengkeram dengan kekuatan yang tinggi (*highly stiff*) menggunakan cengkeraman (*grip*), benda uji ditarik dengan beban maksimum hingga putus. Pada penelitian ini alat uji tarik yang digunakan adalah mesin uji tarik tipe controlab/TN 20 MD dengan nilai kapasitas maksimum 200 KN dapat ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Mesin Uji Tarik tipe controlab/TN 20 MD

3. Alat Uji Struktur Mikro

Alat uji mikro ini digunakan untuk menyelidiki struktur loga antara lain bentuk, besar, orientasi butiran dan jumlah fasa yang ada pada material dengan menggunakan mikroskop optis atau mikroskop elektron. Pada saat pengamatan dengan mikroskop, terlihat struktur logam yang disebut mikrostruktur. Pada penelitian ini menggunakan mikroskop optik usb tipe Olympus U-MSSP4 seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3. Penggunaan alat dilakukan di Laboratorium Fabrikasi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.



Gambar 3.3. Alat Uji Struktur Mikro mikroskop optik usb tipe Olympus U-MSSP4.

4. Alat Uji Kekerasan (*Vickers*)

Alat uji ini digunakan untuk mengetahui nilai kekerasan suatu bahan atau materia. Pada pengujian ini alat yang digunakan adalah alat uji kekerasan TIME dengan seri HM-100, dimana penggunaanya dapat digunakan secara otomatis. Alat uji kekerasan dapat dilihat pada Gambar 3.4



Gambar 3.4 Alat uji kekerasan *vickers*

5. Alat *Cutting*

Alat ini digunakan dalam pemotongan material yaitu dengan bentuk spesimen plat logam yang akan digunakan dalam penelitian. Dalam pemotongan ini dilakukan untuk menyesuaikan ukuran sesuai dengan standar.

6. Gerinda Potong

Gerinda potong digunakan dalam pemotongan plat spesimen baik sebelum dilakukan pengelasan ataupun pemotongan saat akan dilakukan uji mikro dan kekerasan.

7. Amplas

Penggunaan amplas dalam proses penelitian ini untuk menghilangkan oksida dan menghaluskan permukaan plat yang akan dilas sehingga dapat menempel dengan sempurna.

8. Mistar

Mistar digunakan dalam pengukuran lembaran plat logam yang akan dipotong dalam pembuatan spesimen material las.

9. Tang Penjepit

Alat ini digunakan dalam mengangkat spesimen las setelah proses penyambungan selesai.

10. Penggores

Penggores digunakan untuk menandai pada plat berupa garis yang akan dipotong untuk pembuatan specimen.

11. Kikir

Kikir adalah alat yang digunakan untuk meratakan dan menghaluskan sisi-sisi plat yang akan dilas.

12. Jangka Sorong

Jangka sorong digunakan dalam pengukuran diameter nugget hasil pengelasan.

13. Mesin Polis

Mesin polis digunakan untuk proses finishing pengamplasan sebelum dilakukan etching material.

3.4 Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan adalah plat logam *stainless steel 304* dan baja karbon tinggi SK-5 dapat ditunjukkan pada Gambar 3.5

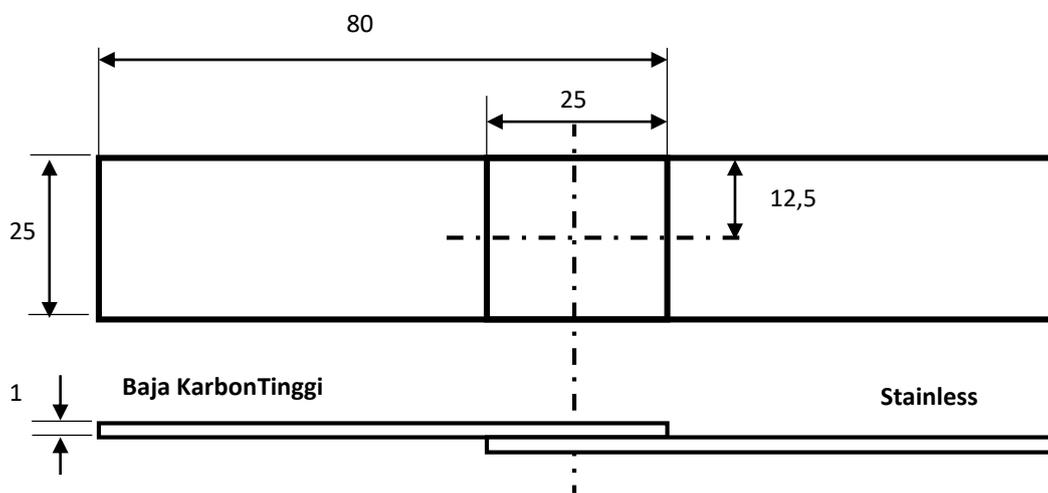


Gambar 3.5 Material plat logam untuk pengujian

3.5 Persiapan Penelitian

3.5.1 Persiapan Spesimen

Penelitian ini menggunakan material plat SS304 dan baja karbon tinggi SK-5 yang dipotong dalam ukuran panjang 80mm, lebar 25mm dan tebal 1mm, dapat dilihat pada Gambar 3.5. Setelah pemotongan, spesimen disusun secara *overlap* yang dimana posisi baja karbon tinggi pada bagian atas dan *stainless steel* dibawah seperti ditunjukkan pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 Susunan sambungan plat *lap joint* (standard AWS D8.9-97)

Gambar 3.6 Menunjukkan susunan sambungan plat *lap joint* pengelasan yang akan dilakukan dengan metode RSW antara baja karbon tinggi SK-5 dan *stainless steel 304*.

3.5.2 Pembuatan Variabel Penelitian

Pada penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah tegangan listrik pengelasan sebesar 1,6 Volt, 1,79 Volt, dan 2,02 Volt dengan waktu penekanan (*hoding time*) selama 5 detik. Variabel dapat dilihat pada Tabel 3.4 di bawah ini.

Tabel 3.4 Variasi variabel tegangan listrik pengelasan

Material	Variasi Pengelasan		Jumlah Spesimen Uji		
	Waktu (s)	Tegangan (V)	Tarik	Kekerasan	Mikro
Plat <i>stainless steel-304</i> & plat baja karbon tinggi	5	1,60	5	1	1
	5	1,79	5	1	1
	5	2,02	5	1	1
Total Spesimen Uji			15	3	3

3.5.3 Proses Pengelasan

Proses pengelasan titik dilakukan menggunakan material tak sejenis (*dissimilar*) dengan tegangan listrik pengelasan 1,6 volt, 1,79 volt, 2,02 volt serta waktu penekanan (*holding time*) yang digunakan konstan sebesar 5 detik.

Langkah-langkah proses pengelasan titik *dissimilar metal* dengan parameter yang sudah ditentukan sebagai berikut:

1. Material yang akan disambung dipotong sesuai dimensi yang sudah ditentukan yaitu 80 mm x 25 mm.
2. Menghaluskan permukaan material yang akan disambung dengan cara di amplas.
3. Menyiapkan atau set up mesin las titik
4. Material yang sudah dipotong dan dibersihkan permukaannya diletakkan pada diantara elektroda dengan baja karbon tinggi dibagian atas dan *stainless steel 304* dibagian bawah.
5. Kemudian elektroda menekan spesimen. Lalu spesimen ditahan sampai dengan waktu yang telah ditentukan.
6. Setelah material tersambung maka diamankan di suhu ruangan.
7. Melakukan pengelasan secara berulang dengan mengganti tegangan listrik sesuai variasi yang telah ditentukan.

3.6 Pelaksanaan pengujian

3.6.1 Pengujian tarik

Pengujian tarik hasil sambungan antara *Stainless Steel* 304 dan baja karbon tinggi dilakukan dengan menggunakan mesin UTM (*Universal Testing Machine*).

Adapun prosedur dari pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Memasang spesimen uji pada kedua cekam mesin uji tarik.
2. Menyalakan mesin uji tarik *Universal Testing Machine* (UTM) beserta komputer pengendalinya.
3. Menjalankan program untuk pengujian pada komputer pengendali
4. Pada "*Method Window*" isi data material seperti: *Width, Thickness, Gauge length, Grip length* dan *weight*
5. Menentukan metode pengujian dengan melakukan *prepare test*
6. Mengatur kecepatan pembebanan
7. Menampilkan *Test no, Test date, Area, Yield point, Yield strenght, Elongation, Max, Load*, dan *Break* dengan membuka layar "*Report*".
8. Memulai pengujian degan menekan tombol "*TEST*" pada *tool box* untuk memulai. Pengujian berakhir saat benda uji patah dan mesin akan berhenti secara otomatis.

3.6.2 Proses Pengujian Kekerasan

Penelitian ini menggunakan pengujian kekerasan metode *vickers*. Beban penekanan yang digunakan untuk pengujian kedua material sebesar 200 gf dengan waktu penekanan selama 5 detik. Hasil penekanan akan terbentuk sesuai indentor dari metode *vickers* dan panjang dari diagonal-diagonalnya digunakan untuk menentukan nilai kekerasas *micro vickers*.

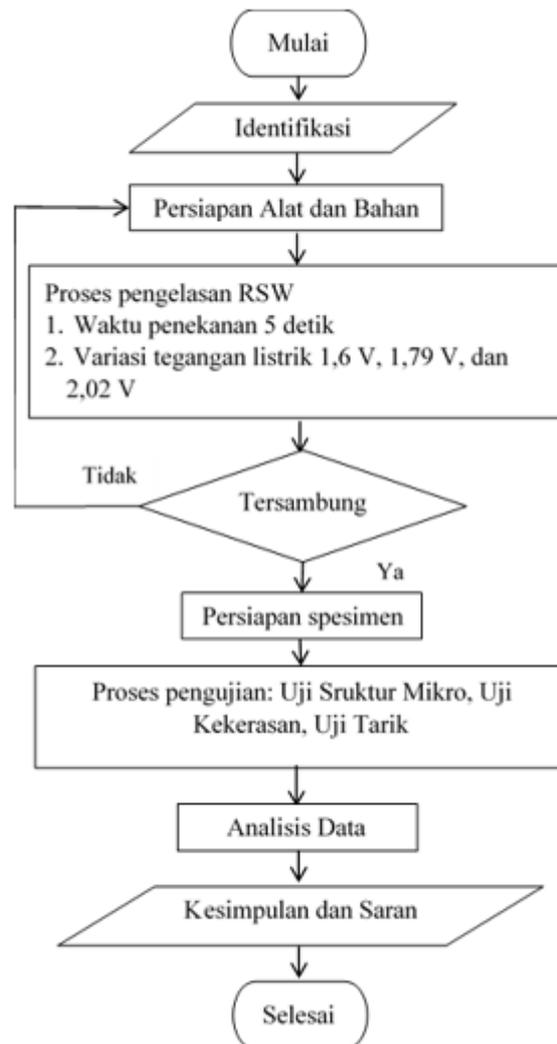
3.6.3 Pengujian metalografi

Pengujian metalografi ini dilakukan untuk menganalisa sifat mekanik dari suatu material, yang dilihat pada pengujian ini adalah struktur mikro yang didapat menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran tertentu berdasar dari standar pengujian ASTM 407-07. Langkah dari proses pengujian metalografi ini adalah sebagai berikut:

- a. Spesimen uji dipotong menjadi dua bagian menggunakan gergaji manual, pemotongan dilakukan secara pelan dan hati-hati supaya tidak merusak struktur mikro material tersebut karena panas yang timbul akibat gesekan pada saat pemotongan.
- b. Melakukan proses *mounting* menggunakan resin yang dicampur katalis dengan cara meletakkan pada cetakan.
- c. Mengamplas bagian permukaan spesimen yang akan diuji secara bertahap dimulai dari amplas yang kasar hingga halus, seri amplas yang digunakan 180, 400, 800, 1000, 1200, 1500 dan 2000.
- d. Memoles spesimen uji menggunakan autosol supaya permukaan spesimen yang mengkilat dan terlihat terang.
- e. Melakukan pengestaaan pada spesimen uji. Etsa yang digunakan untuk pengamatan ini ada dua jenis, yaitu 7,5 ml larutan HCL dan 2,5 ml HNO₃ untuk *Stainless Steel* dan 9 ml HNO₃ dan 1 ml aquades untuk baja karbon tinggi.
- f. Spesimen dilakukan pengestaaan sebanyak dua kali, dengan larutsan etsa untuk *stainless steel* dan etsa baja karbon tinggi.
- g. Spesimen yang sudah dietsa kemudian dibilas dengan air, lalu dikeringkan.
- h. Mengamati struktur mikro dengan alat mikroskop optik kemudian diambil foto.

3.7 Diagram Alir

Diagram alir proses penelitian sambungan *dissimilar* atau material tak sejenis antara *stainless steel AISI 304* dengan baja karbon tinggi dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Diagram Alir penelitian metode pengelasan RSW (*Resistance Spot Welding*)