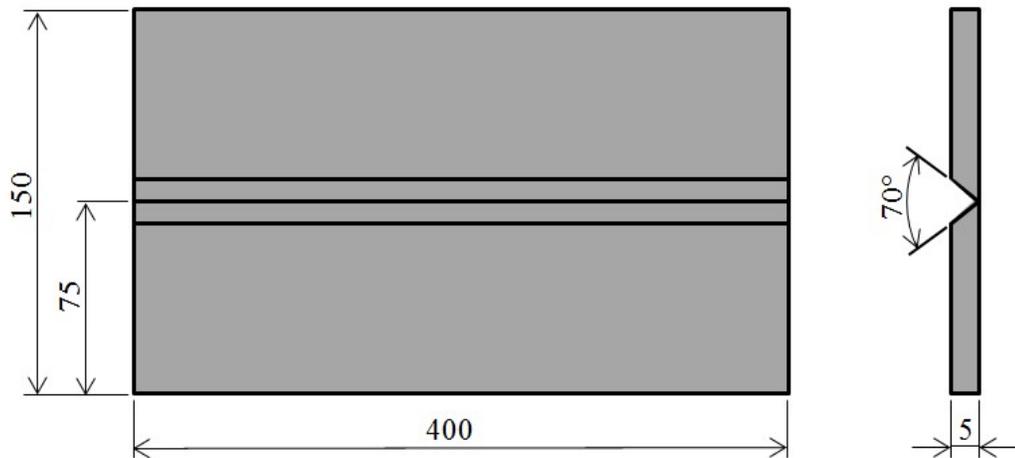


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

5.1 Bahan Penelitian

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah pelat logam jenis aluminium seri AA 5052 dengan dimensi panjang 400 mm, lebar 75 mm, dan tebal 5 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Dimensi plat aluminium

5.2 Peralatan yang Digunakan

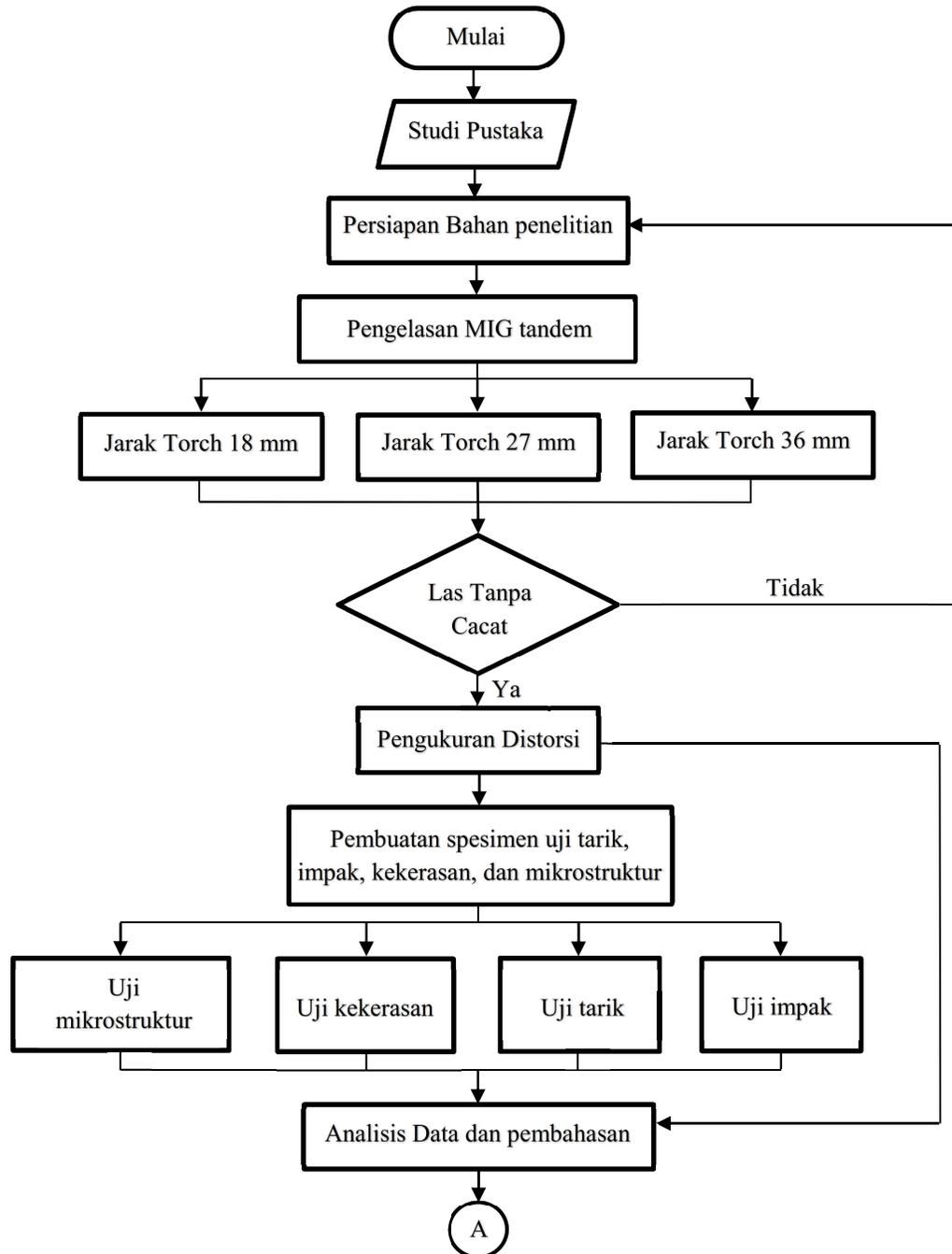
Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

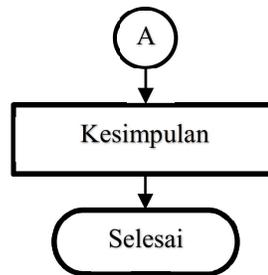
- Mesin las Tenjima MIG 200 (2 buah)
- Tabung gas argon
- Alat las semi otomatis CNC
- Komputer
- Elektroda *roll continue*
- Tanggem las
- Topeng las
- Sarung tangan las
- Rompi las
- Sepatu safety

- Dial indikator
- Mesin frais
- Jangka sorong
- Penggaris
- Spidol
- Gergaji besi
- Kikir
- Cairan etsa
- Resin
- Katalis
- Cetakan resin
- Plastisin
- Mesin polish
- Amplas 400, 600, 800, 1000, 2000, 3000, 5000
- Autosol
- Kain beludru
- Alat uji tarik
- Alat uji bending
- Alat uji kekerasan
- Mikroskop optik

5.3 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan seperti yang terdapat pada diagram alir berikut :





Gambar 3. 2 Diagram alir penelitian

5.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan Sebelum Pengelasan

- Persiapan spesimen

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah Alumunium Alloy 5052. Pembuatan spesimen dilakukan di Laboratorium Manufaktur Universitas Negeri Yogyakarta. Spesimen dibuat menggunakan mesin *CNC Milling* dengan dimensi 400 mm x 75 mm x 5 mm. Pada salah satu sisi memanjang dibuat kampuh dengan sudut kemiringan 35°. Spesimen dibuat 6 buah untuk dijadikan 3 pasang. Setelah itu spesimen dihaluskan menggunakan amplas untuk menghilangkan sisi tajam. Setiap pasang spesimen kemudian di *tack weld* pada kedua ujungnya.



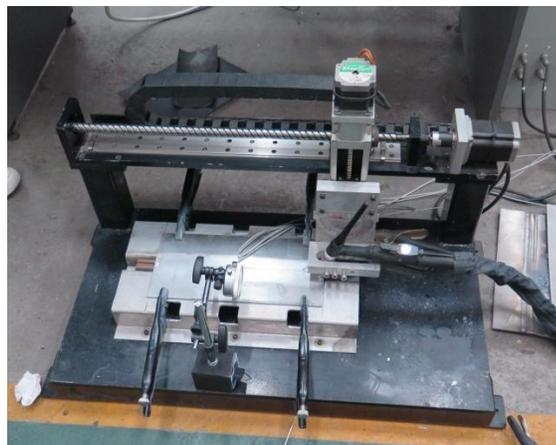
Gambar 3.3 Persiapan spesimen las

- Persiapan alat pengelasan

Mesin las yang digunakan pada pengelasan ini adalah mesin las GMAW bermerek *Tenjima* MIG-200S sejumlah 2 buah dengan spesifikasi yang sama (Gambar 3.4). Selain mesin las ada juga alat bantu las yaitu alat pengelas semi otomatis untuk memudahkan operator las pada saat pengelasan (Gambar 3.5). Fungsi dari alat pengelas semi otomatis ini adalah sebagai tempat pengelasan spesimen, mengatur jarak elektroda terhadap spesimen, mengatur jarak antar elektroda, mengatur kecepatan pengelasan, mengatur posisi dan pergerakan *welding gun*.



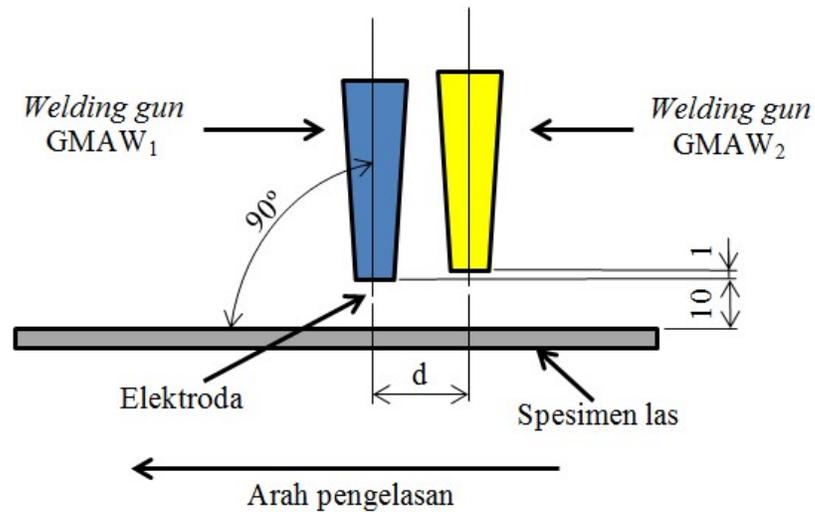
Gambar 3.4 Mesin las (Tenjima MIG-200S)



Gambar 3.5 Alat las semi otomatis

3.4.2 Proses Pengelasan MIG Tandem

Pengelasan dilakukan menggunakan dua buah mesin las *Tenjima* MIG-200S dengan memasang torch pada alat bantu pengelas semi otomatis. Jarak dan sudut elektroda diatur seperti pada Gambar 3.6. Proses pengelasan dilakukan secara manual oleh operator las yang sudah bersertifikat dengan menggunakan parameter seperti yang terdapat pada Tabel 3.1.



Gambar 3.6 Skema pengelasan MIG tandem

Tabel 3.1 Parameter pengelasan

Parameter	GMAW ₁	GMAW ₂
Jarak antar elektroda (d)	18, 27, 36 mm	
Jarak elektroda dengan spesimen (h)	10 mm	10 mm
<i>Filler diameter</i>	0,8 mm	0,8 mm
Sudut pengelasan (Θ)	90°	90°
Tegangan las rata-rata (V)	19 V	19 V
Arus las rata-rata (I)	125 A	125 A
Kecepatan pengelasan (S)	7 mm/s	7 mm/s

<i>Filler rate</i>	27 mm/s	27 mm/s
<i>Argon flow</i>	15 liter/menit	15 liter/menit

Langkah-langkah pengelasan tandem GMAW pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan spesimen yang akan dilas.
2. Meletakkan spesimen di atas meja pengelasan.
3. Menghidupkan kedua mesin las MIG dan alat bantu las semi otomatis.
4. Membuat *teck weld* pada kedua ujung spesimen yang akan dilas.
5. Mengatur letak spesimen pada meja pengelasan dan mencekam spesimen pada 6 titik.
6. Men-*setting* 0 spesimen pada mesin las semi otomatis.
7. Memasukan program CNC pada komputer sesuai parameter yang digunakan dan melakukan simulasi pengelasan.
8. Setelah semuanya siap, operator memulai pengelasan.
9. Setelah selesai melakukan pengelasan, spesimen dидiamkan hingga mencapai suhu ruang.
10. Melepas cekam dari spesimen.
11. Membersihkan spesimen.

3.5 Pengukuran dan Pengujian

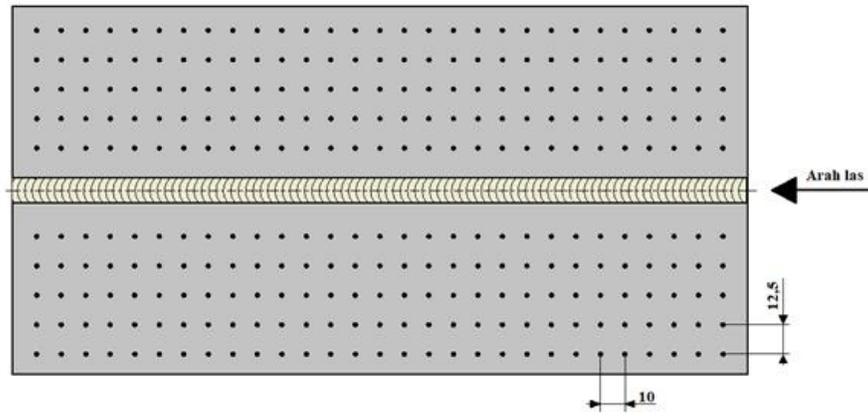
5.5.1 Pengukuran Distorsi

Pengukuran distorsi dilakukan untuk mengetahui besarnya deformasi dari hasil sambungan las tandem GMAW. Distorsi diakibatkan oleh perubahan suhu pada saat proses pendinginan setelah pengelasan. Pengukuran distorsi dilakukan menggunakan alat bantu mesin milling dan dial indikator. Data yang diperoleh kemudian dikonversi menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel menjadi grafik 3D.

Berikut langkah-langkah dalam melakukan pengukuran distorsi:

1. Menyiapkan alat dan spesimen yang akan digunakan.

2. Menandai spesimen menggunakan spidol dengan ketentuan seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Pemberian tanda pada spesimen

3. Memasang spesimen pada mesin milling dengan penjepit agar posisinya tidak berubah-ubah.
4. Memasang dial indikator pada mesin milling dengan posisi seperti pada Gambar 3.8.



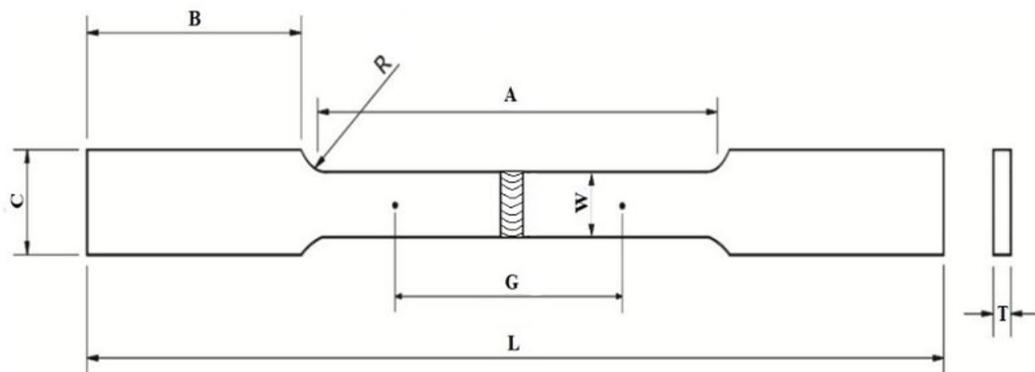
Gambar 3.8 Posisi dial indikator

5. Menempelkan *contact point* pada posisi tengah bagian bawah spesimen untuk menentukan titik 0.
6. Mengendorkan *screw* pengikat pada skala dan posisikan angka nol sejajar dengan jarum penunjuk setelah itu kencangkan lagi *screw* pengikat.

7. Menggerakkan meja mesin *milling* ke setiap titik dengan tuas yang ada pada meja *milling*.
8. Mencatat hasil pengukuran pada setiap titik.
9. Mengulangi langkah 7-8 sampai semua titik selesai.
10. Mengolah data yang sudah diperoleh menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* untuk membuat grafik *3D surface plot*.

5.5.2 Uji Tarik

Pada penelitian ini dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui nilai kekuatan luluh (*yield strenght*) dan nilai kekuatan tarik maksimal (*ultimate tensile strenght*) dari spesimen las tandem GMAW yang diuji. Bahan uji dipotong sesuai dengan standar ASTM-E8 yang ditunjukkan pada Gambar 3.9. Terdapat 3 variasi jarak antar elektroda pada spesimen yang diuji yaitu dengan jarak 18 mm, 27 mm dan 36 mm.



Gambar 3.9 Dimensi spesimen sesuai standar ASTM E8

Keterangan :

<i>Lenght (L)</i>	= 150 mm
<i>Lenght of grip section (B)</i>	= 45 mm
<i>Lenght of reduced section (A)</i>	= 60 mm
<i>Gage lenght (G)</i>	= 50 mm
<i>Width of grip section (C)</i>	= 20 mm
<i>Width (W)</i>	= 12,5 mm
<i>Thickness (T)</i>	= 5 mm
<i>Radius of fillet (R)</i>	= 25 mm



Gambar 3.10 Spesimen uji tarik

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada menggunakan mesin *Controlab* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.11. Untuk beban yang digunakan sebesar 4 ton.



Gambar 3.11 Mesin uji tarik

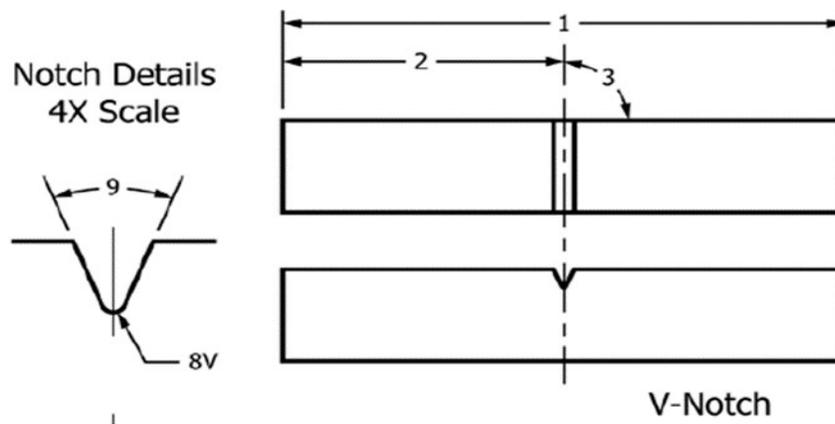
Berikut langkah-langkah dalam melakukan pengujian tarik :

1. Menyiapkan alat dan spesimen yang akan digunakan.
2. Menyalakan mesin uji tarik *Controlab*.
3. Memasang spesimen uji tarik pada bagian pencekam mesin.
4. Mengatur besar pembebanan uji tarik pada mesin.
5. Memasang kertas milimeter blok ke bagian pengeplot grafik.

6. Menjalankan mesin uji tarik.
7. Mencatat hasil pengujian yang ditunjukkan pada indikator saat spesimen luluh dan saat spesimen patah.
8. Mengulangi untuk pengujian spesimen berikutnya, sama dengan langkah-langkah diatas.
9. Menghitung data hasil pengujian kekuatan tarik tiap spesimen yang diperoleh.

5.5.3 Uji Impak

Pengujian impact dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan impact pada spesimen pengelasan MIG tandem. Pengujian impact pada penelitian ini menggunakan jenis pengujian impact *charpy*. Spesimen yang diuji dibuat sesuai dengan standar ASTM E23 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Dimensi spesimen sesuai standar ASTM E23

Keterangan :

<i>Length</i>	= 55 mm
<i>Notch length to edge</i>	= 90°
<i>Adjacent sides angle</i>	= 50 mm
<i>Width</i>	= 10 mm
<i>Thickness</i>	= 5 mm
<i>Ligament length, Type V</i>	= 3 mm
<i>Radius of notch, Type V</i>	= 0,25 mm
<i>Angle of notch</i>	= 45°

Pengujian impak dilakukan di laboratorium D3 Vokasi Teknik Mesin Universitas Gajah Mada menggunakan mesin *Controlab* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Mesin uji impak

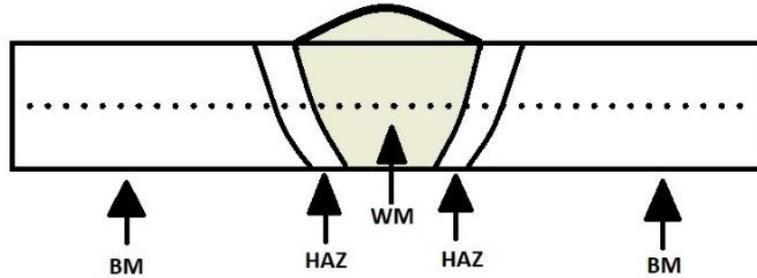
3.5.4 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan pada logam AA 5052 setelah melalui proses pengelasan MIG tandem. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta menggunakan mesin uji kekerasan *Vickers* dengan merek *micro Vickers Mitutoyo* TIME HM-100 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.15. Spesifikasi alat uji kekerasan ditunjukkan pada tabel 3.2.

Berikut langkah-langkah dalam melakukan uji kekerasan :

1. Menyiapkan alat dan spesimen yang akan digunakan.
2. Menyalakan mesin uji kekerasan *micro Vickers Mitutoyo* TIME HM-100.
3. Mengatur pembebanan pada mesin sebesar 100 gram dan lama waktu pijakan 10 detik.
4. Memasang spesimen pada meja pengujian.

- Mengatur letak pijakan indenter pada tengah-tengah spesimen, skema pijakan ditunjukkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Skema pijakan indenter

- Menjalankan mesin uji kekerasan dengan menekan tombol start, tunggu hingga waktu pijakan selesai.
- Mengukur dan mencatat diameter hasil pijakan.
- Mengulangi langkah 6 sampai 8 hingga didapat 40 titik pijakan pada setiap spesimen.



Gambar 3.15 Alat uji kekerasan

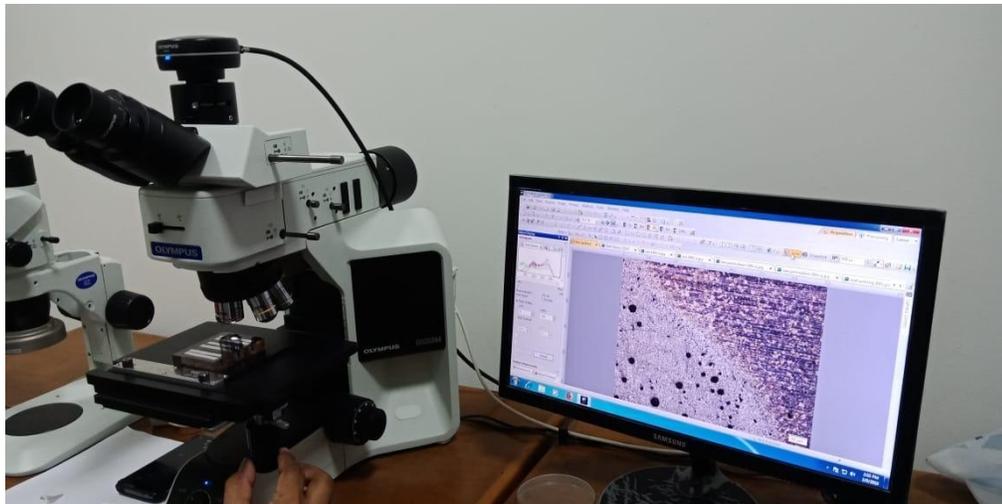
Tabel 3.2 Spesifikasi alat uji kekerasan

Spesifikasi alat uji	Keterangan
Nama alat	<i>Mitutoyo</i> TIME HM-100
Beban pengujian	100 gram

Penetrasi Indentor	0,5 mm
Waktu tunggu pembebanan	10 detik

3.5.5 Uji Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perubahan bentuk struktur mikro pada spesimen uji las MIG tandem yang dipengaruhi oleh masukan panas pada saat pengelasan. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Alat yang digunakan adalah mikroskop optik dengan merek *Olympus BX53M* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.16. Terdapat 3 bagian yang diamati yaitu pada bagian *Weld Metal (WM)*, *Heat Affected Zone (HAZ)* dan *Base Metal (BM)* menggunakan perbesaran 100x. Selain pengujian struktur mikro juga dilakukan pengujian struktur makro, pengujian ini dilakukan untuk melihat cacat-cacat las yang terjadi pada sambungan las.



Gambar 3.16 Mikroskop optik

Tahap pertama dalam mempersiapkan pengujian struktur makro dan mikro adalah mempersiapkan spesimen uji, berikut adalah langkah-langkahnya :

1. Memotong spesimen sesuai dengan ukuran yang ditentukan.
2. Menyiapkan resin, katalis dan cetakan resin.
3. Meletakkan spesimen ke dalam cetakan resin.

4. Mencampurkan cairan resin dan katalis pada wadah, kemudian mengaduknya hingga tercampur rata.
5. Menuangkan cairan resin yg sudah tercampur ke dalam cetakan resin, tunggu hingga cairan mengeras.
6. Melepas spesimen bersama resin yang sudah mengeras dari cetakan.
7. Menghaluskan permukaan spesimen yang akan diuji dengan menggunakan amplas secara bertahap, mulai dari amplas 120 hingga amplas 5000.
8. Memoles permukaan spesimen yang sudah halus menggunakan autosol pada kain bludru hingga didapatkan permukaan yang mengkilat.



Gambar 3.17 Spesimen uji struktur makro dan mikro

Sebelum memulai pengujian struktur makro dan mikro, permukaan spesimen perlu diberikan cairan etsa yang berguna untuk mengkorosikan daerah batas butir sehingga struktur mikro bisa terlihat lebih jelas. Cairan etsa untuk spesimen dengan bahan AA 5052 menggunakan cairan reagen keller yang terdiri atas campuran beberapa senyawa kimia seperti yang terlihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Komposisi reagen keller ASTM E407

Bahan	Volume
Methanol	25 ml
HCL	25 ml
HNO ₃	25 ml
HF	1 tetes

Setelah cairan etsa siap maka tahap selanjutnya adalah pengamatan struktur mikro, berikut langkah-langkah dalam pengamatan struktur mikro :

1. Memastikan permukaan spesimen bersih tanpa noda.
2. Menuangkan cairan etsa pada permukaan spesimen yang akan diamati, tunggu hingga ± 90 detik.
3. Membilas permukaan spesimen menggunakan air yang mengalir.
4. Mengeringkan spesimen menggunakan tisu.
5. Meletakkan spesimen pada meja mikroskop dan mulai mengamati.
6. Mengambil gambar dari hasil pengamatan struktur mikro pada bagian *Weld Metal* (WM), *Heat Affected Zone* (HAZ) dan *Base Metal* (BM) dengan perbesaran 100x.
7. Mengulangi langkah-langkah di atas untuk spesimen selanjutnya.