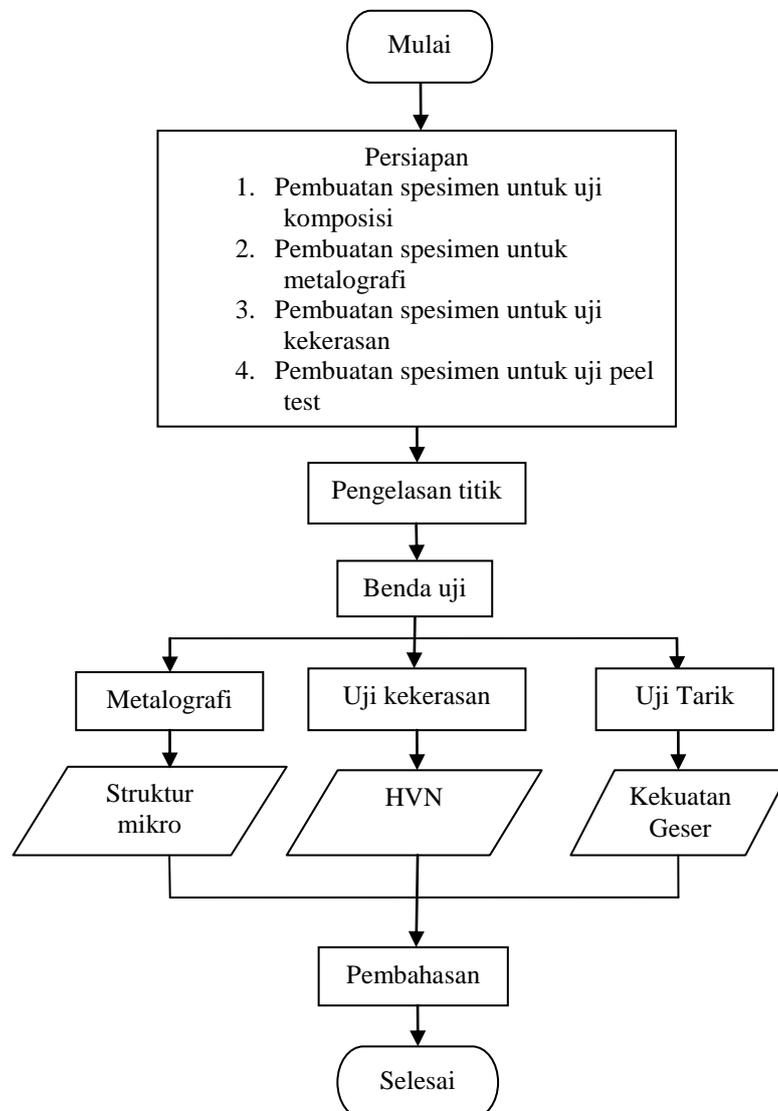


## BAB III

### METODE PENELITIAN

Dalam bab ini, akan diuraikan mengenai langkah-langkah dalam melakukan penelitian, diagram alir penelitian, proses pengujian tarik geser, proses pengujian kekerasan dan proses pengujian struktur mikro.

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian



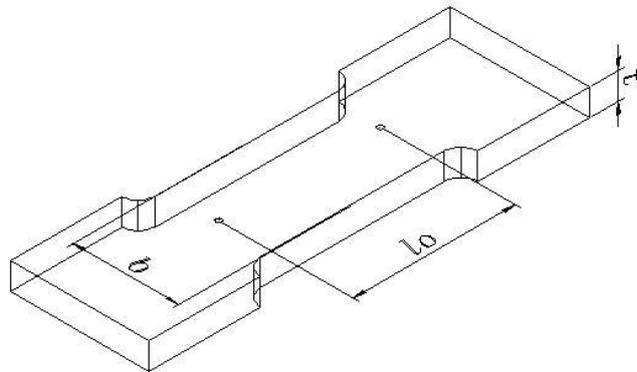
**Gambar 3.1** Diagram alir penelitian

Keterangan:

1. Persiapan, yaitu merencanakan langkah dan tujuan dari penelitian tentang kekuatan geser hasil las titik yang diawali dengan studi literatur.
2. Melakukan pengelasan titik dengan mesin las titik TECNA 5000 A dengan jarak titik pengelasan yang berbeda yaitu;  $x_1 = 10 \text{ mm}$ ,  $x_2 = 20 \text{ mm}$ ,  $x_3 = 30 \text{ mm}$ .
3. Pembuatan benda uji dibutuhkan untuk mempermudah dalam pengujian dan menyiapkan bahan uji sesuai dengan kapasitas peralatan pengujian yang dilakukan.
4. Proses selanjutnya yaitu pengelasan titik, untuk lasan TECNA di beri kode  $x_1, x_2, x_3$  untuk jarak titik dan  $t_1, t_2, t_3$  untuk lama waktu pengelasan. Pemberian kode tersebut bertujuan untuk memudahkan proses pengujian dan pengambilan data.
5. Proses selanjutnya kemudian dilanjutkan dengan pengamatan mikrografi, pengujian kekerasan, dan uji tarik
6. Dari pengujian (mikrografi, uji tarik, dan kekerasan) diperoleh data antara lain struktur mikro, kekuatan geser, dan nilai kekerasan (HVN).
7. Analisa atau pembahasan, dilakukan setelah melakukan serangkaian pengujian untuk mengetahui hasil pengujian yang telah dilakukan. Kegiatan ini meliputi pengumpulan, pengolahan, dan analisis terhadap data-data pengujian yang telah diperoleh. Pengolahan data menggunakan metode-metode statistik yang sesuai. Representasi data yang telah di olah berupa tabel dan grafik. Selanjutnya data yang telah di olah kemudian di analisis berdasarkan teori yang di dapat dari pustaka.
8. Kesimpulan, yaitu menyimpulkan dari hasil analisa yang didapatkan selama penelitian.

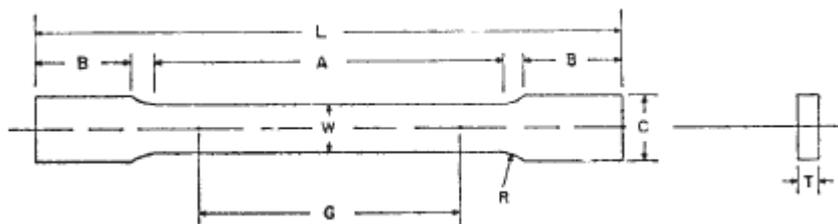
### **3.2 Pengelasan dan Pembuatan Spesimen**

Pengelasan titik dilakukan dengan menggunakan mesin las titik TECNA-5000 dengan cara melakukan beberapa kali percobaan pengelasan untuk mengetahui kekuatan geser hasil las pada pengelasan titik jarak ( $x$ ) yang berbeda-beda yaitu :  $x_1 = 20 \text{ mm}$ ,  $x_2 = 30 \text{ mm}$ ,  $x_3 = 40 \text{ mm}$ . Dengan menggunakan analisis Sidik Ragam Faktorial  $3 \times 3$  dengan 3 kali pengulangan untuk setiap percobaan data yang diperoleh guna mengetahui pengaruh jarak titik las ( $x$ ) dan lama pengelasan ( $t$ ) terhadap kekuatan geser maximum yang mampu didukung oleh perkakas hasil pengujian geser las titik



**Gambar 3.2** Benda uji tarik

Benda uji tarik diambil dari potongan pada sambungan las seperti pada Gambar 3.2. Dimensi dari masing – masing benda uji dapat dijelaskan dalam tabel sebagai berikut :



**Gambar 3.3** Standar spesimen uji tarik (ASTM)

**Tabel 3.1** Dimensi benda uji tarik

Nominal Width	Dimensions, mm				
	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3	Specimen 4	Specimen 5
	12.5	40	40	20	20
G—Gage length	$50.0 \pm 0.1$	$50.0 \pm 0.1$	$200.0 \pm 0.2$	$50.0 \pm 0.1$	$100.0 \pm 0.1$
W—Width (Note 1)	$12.5 \pm 0.2$	$40.0 \pm 2.0$	$40.0 \pm 2.0$	$20.0 \pm 0.7$	$20.0 \pm 0.7$
T—Thickness	measured thickness of specimen				
R—Radius of fillet, min	12.5	25	25	25	25
A—Length of reduced section, min	60	60	230	60	120
B—Length of grip section, min (Note 2)	75	75	75	75	75
C—Width of grip section, approximate (Note 3)	20	50	50	25	25



**Gambar 3.4** Spesimen

### 3.2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam pengelasan titik menggunakan mesin las titik antara lain:

1. Mesin las titik TECNA, yang telah dilengkapi pengatur waktu penekanan, arus dalam pengelasan, dan *foot operated* untuk memberi tekanan pada saat pengelasan.
2. *Guilotine* untuk memotong plat.

Sedangkan bahan yang digunakan pada pengelasan titik dengan menggunakan mesin las titik TECNA-5000, yaitu baja karbon rendah AISI STEEL C1010 ketebalan 1,6 mm dengan komposisi kimia sebagai berikut : C = 0,08-0,13% Mg = 0.3-0,6%, Fosfor = 0,04%, Sulfur = 0,05%, sedangkan ukuran material penelitian adalah sebagai berikut : Panjang (L) = 120 mm, Tebal (S) = 1,6 mm, Lebar (L) = 20 mm.

### 3.2.2 Prosedur Pengelasan dengan Mesin Las (TECNA)

1. Persiapan, yaitu menyiapkan mesin las titik dan memastikan mesin telah terhubung dengan sumber listrik dan menjalankan air pendingin elektroda.
2. Memotong plat menggunakan *guilotine* dengan ukuran 20x100 mm 28 buah.
3. Membersihkan plat (ukuran 20x100mm) dari kotoran seperti karat, minyak, dan debu untuk menghindari cacat pengelasan.
4. Mengatur arus 5000 A dan waktu pengelasan t detik.
5. Melakukan pengelasan dengan menjepit dua buah plat diantara kedua elektroda dengan *foot operated*.

6. Setelah pengelasan selesai, hasil las di beri kode sesuai dengan lamanya waktu pengelasan sehingga dapat mempermudah dalam pengujian selanjutnya (A2 untuk pengelasan dengan waktu t detik).



**Gambar 3.5** Mesin las titik ( TECNA di Laboratorium Proses Produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang)

**Tabel 3.2** Spesifikasi mesin las titik acuan (TECNA)

No.	Spesifikasi	Mesin las titik TECNA
1.	Tegangan input	380 V (3 fasa)
2.	Arus yang digunakan	5000 A
3.	Kapasitas	23 kVA
4.	Frekuensi	50/60 Hz
5.	Arus max.	10200 A
7.	Pengoperasian	<i>Foot operated</i>
8.	<i>Force druck</i>	600 kP, 6 bar
9.	Buatan/tahun	Italy tahun 1996

### 3.3 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang. Benda yang akan diuji ada 19 buah, yaitu 2 x 3 buah plat baja karbon rendah variasi *weld time* 60 80 100 dan jarak titik 20 mm, 2 x 3 buah plat baja karbon rendah variasi *weld time* 60 80 100 dan jarak titik 30 mm, 2 x 3 buah plat baja karbon rendah variasi *weld time* 60 80 100 dan jarak titik 40 mm yang sudah dilas titik pada sambungan kedua ujung. Dan 1 buah plat polos pembanding. Pengujian tarik ini dilakukan untuk mendapatkan nilai kekuatan geser hasil sambungan plat baja karbon rendah dengan variable setting *weld time* dan jarak antar titik.

Pengujian tarik ini dapat mengetahui regangan, tegangan, elastisitas, batas proporsional, yield point, yield strength, kontraksi, ultimate tensile strength, kurva tegangan - regangan, perpatahan pada daerah sekitar sambung las pipa gas.



**Gambar 3.6** Mesin pengujian tarik Laboratorium Bahan Dan Konstruksi Fakultas Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang

Adapun langkah-langkah dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

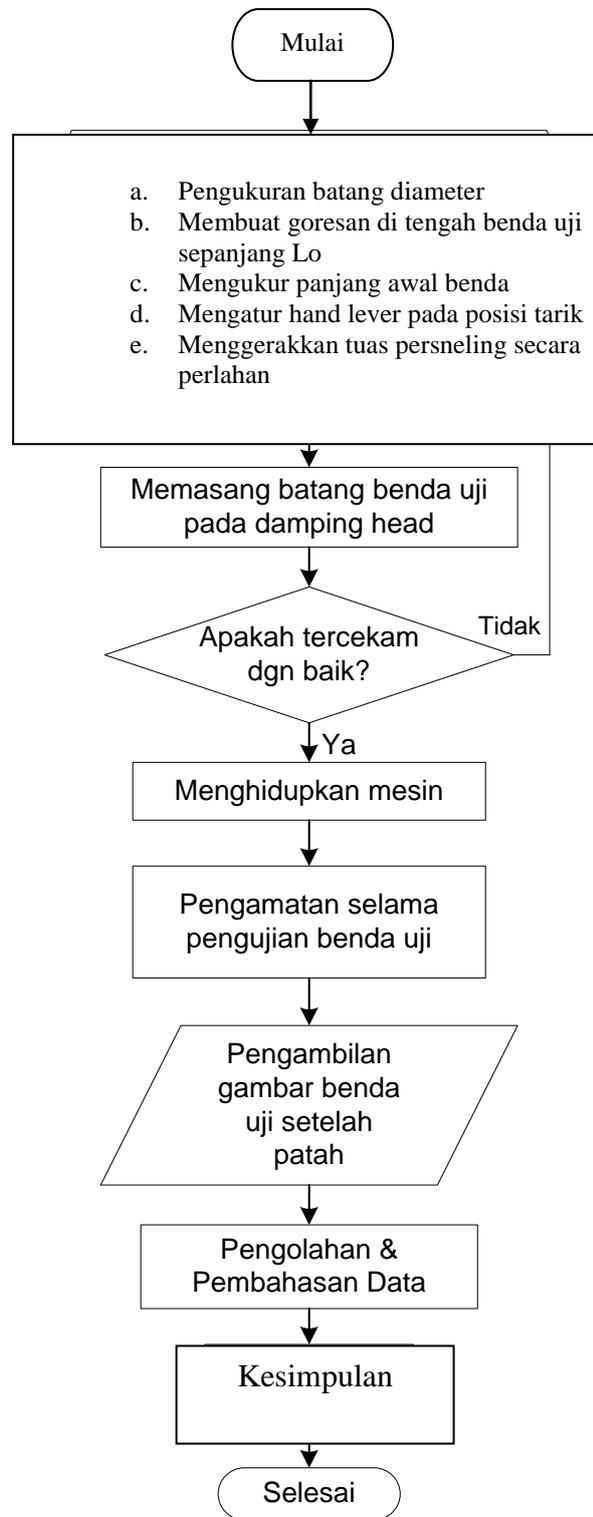
1. Menyiapkan plat yang akan diuji.
2. Mengukur panjang, lebar dan tebal awal plat uji 3 kali
3. Menggunakan Hand lever ( tarik atau tekan ) pada posisi tarik.
4. Menggerakkan tuas yang berfungsi sebagai persneling pada posisi lambat untuk pengujian.
5. Memasang spesimen pada damping head.
6. Memastikan batang uji tercekam dengan baik pada upper dan lower damping head.
7. Menghidupkan mesin hidrolik dengan menekan push button, sehingga pilot lamp menyala.
8. Mengamati dan membaca besarnya gaya tarik pada skala pada saat yield, maksimum, dan patah. Serta perpanjangan (  $\Delta L$  ) yang dialami benda uji akibat gaya tarik saat yield, maksimum dan patah untuk menentukan regangan yang dialami benda uji dengan memperhatikan jarum penunjuk yang terdapat di bagian belakang mesin uji tarik.
9. Melepas benda kerja dari pencekam.
10. Mengambil gambar spesimen setelah patah.
11. Mengukur panjang batang uji setelah patah 3 kali.



**Gambar 3.7** Pengujian tarik



**Gambar 3.8** Patahan spesimen

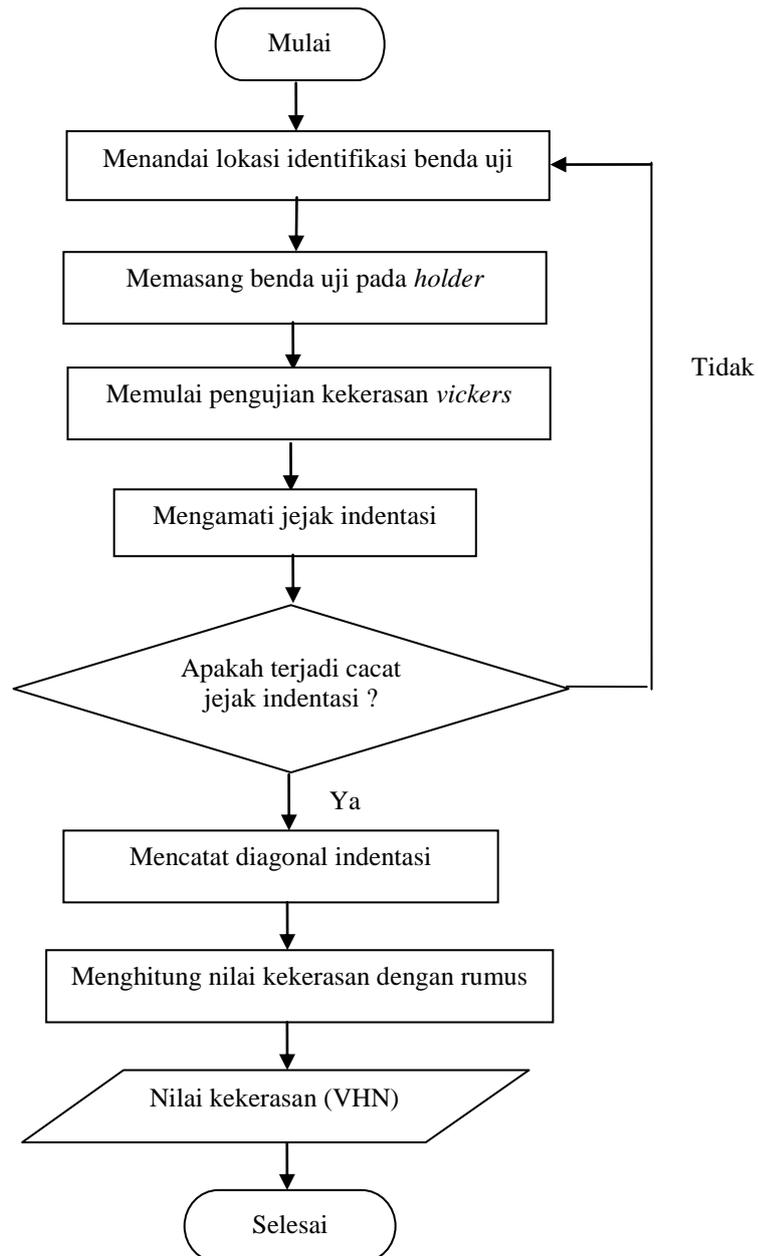


p

**Gambar 3.9** Diagram alir pengujian tarik

### 3.4 Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan di *Laboratorium Laboratorium Bahan dan Teknik Universitas Gajah Mada (UGM)*.. Pengujian ini dilakukan dengan Metode Vickers dengan tekanan indentasi sebesar 294 N



**Gambar 3.10** Diagram alir pengujian kekerasan *vickers*

Langkah-langkah dalam pengujian kekerasan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan dan menandai titik-titik pada *nugget* yang akan di uji kekerasannya
2. Meletakkan spesimen (*nugget*) pada *holder*.
3. Memulai pengujian kekerasan *vickers*.
  - 3.1 Mengamati titik-titik yang akan di indentasi menggunakan mikroskop dan *setting* meja uji dengan tuas penggeser agar titik-titik indentasi berada dalam area dua garis ukur.
  - 3.2 Mengganti lensa okuler dengan *indentor*.
  - 3.3 Memilih beban dan waktu indentasi yang dikehendaki dengan menekan tombol *load* dan *time*
  - 3.4 Melakukan indentasi dengan menekan tombol start dan menunggu sampai tampak nilai diagonal indentasi pada layar.
  - 3.5 Mengganti indentor dengan lensa okuler dan mengamati apakah jejak indentasi mengalami cacat bentuk atau tidak. Jika terdapat cacat jejak seperti *concavity* atau *convexity*, maka kembali ke langkah 3.1 dengan lokasi indentasi yang berbeda.
4. Mencatat hasil pengujian yang berupa diagonal indentasi rata-rata
5. Menghitung nilai kekerasan dari data diagonal indentasi rata-rata menggunakan rumus.
6. Mencatat nilai kekerasan *vickers* pada *data sheet* yang disediakan. *Data sheet* nilai kekerasan *vickers* bahan tercantum pada lampiran.

### **3.5 Pengujian Mikrografi**

Pengujian mikrografi digunakan untuk mengetahui bentuk struktur mikro dari spesimen yang akan diuji, pengujian mikrografi ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Teknik Universitas Gajah Mada (UGM).

#### **3.5.1 Peralatan dan Bahan**

Peralatan yang digunakan antara lain:

1. Mesin *polisher*

2. Gelas kimia
3. Mikroskop
4. *Hairdrayer*
5. Kamera

Sedangkan bahan yang digunakan antara lain:

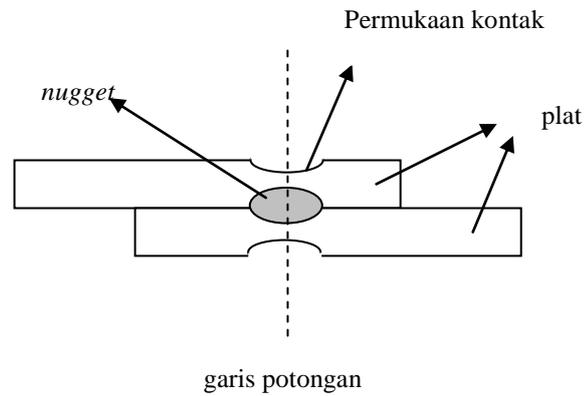
1. Benda uji
2. *Mounting*, untuk memudahkan dalam proses pemolesan. *Mounting* yang digunakan adalah resin, karena bahan ini tidak bereaksi dengan reaktan etsa dan benda uji. Selain itu nilai kekerasannya mendekati benda uji.
3. Amplas
4. Alumina
5. Nital

### **3.5.2 Prosedur Pengujian**

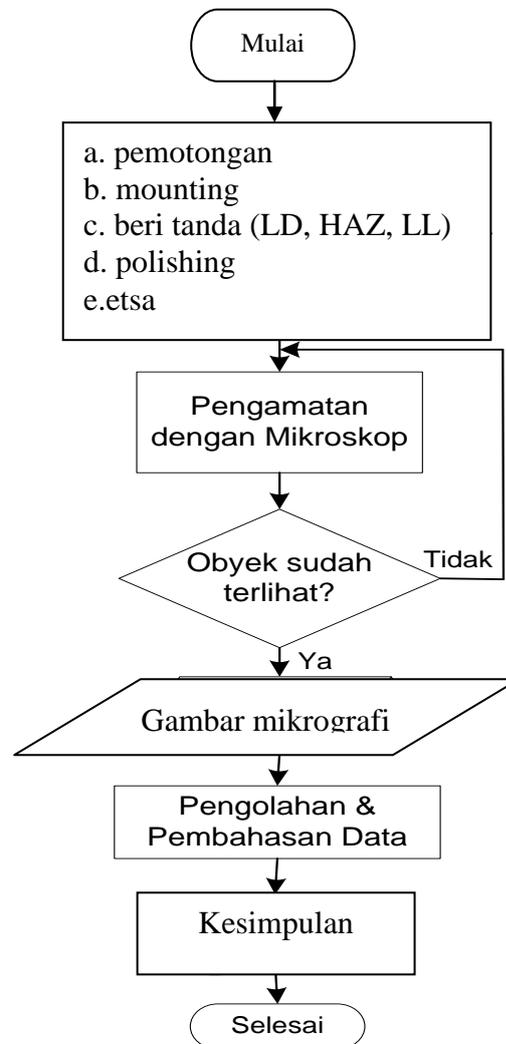
Prosedur pengujian metalografi untuk pengamatan struktur mikro dapat dilihat pada gambar 3.11.

Langkah-langkah pengujian dapat dijelaskan berikut ini:

1. Lasan dipotong sesuai dengan gambar 3.10
2. Lasan yang telah dipotong kemudian di beri *mounting* sehingga diperoleh benda uji. Benda uji sebaiknya diberi kode untuk mempermudah proses pengamatan.
3. Permukaan *nugget* yang akan di amati harus bersih, kering, dan telah mengalami proses pemolesan (*polishing*) dengan menggunakan amplas, kemudian alumina untuk mendapatkan permukaan spesimen yang rata, bebas dari kotoran, tidak berminyak dan mengkilap sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil pemotretan yang baik.



**Gambar 3.10** Garis potongan lasan



**Gambar 3.11** Diagram alir pengujian mikrografi

1. Melakukan etsa dengan menggunakan nital pada permukaan benda uji untuk membersihkan sisa-sisa *polisher* pada saat pemolesan. Selain itu juga untuk memunculkan batas butir permukaan benda uji yang akan diamati. Setelah dilakukan etsa, permukaan benda uji dibersihkan dengan *aquades*, kemudian mengeringkannya dengan *hairdrayer*.
2. Melakukan pengamatan terhadap permukaan *nugget* yang telah di preparasi dengan menggunakan mikroskop.
3. Pemotretan dilakukan dengan menggunakan perbesaran yang 200x.
4. Hasil pemotretan berupa foto mikrografi.