

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah dalam penelitian adalah parameter proses pengerjaan dalam pengelasan gesek sangatlah kurang terutama pada pemberian gaya pada saat pengelasan gesek dan penempaan setelah gesekan pada material aluminium paduan 6061 T6 dan *stainless steel* AISI 304. Perlu adanya penelitian untuk memperoleh parameter-parameter tersebut dalam pengelasan gesek sehingga dapat dijadikan sebagai acuan pada pengelasan selanjutnya.

#### **3.2. Perencanaan Percobaan**

##### **3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian**

Ada dua kegiatan utama didalam penelitian ini yaitu pembuatan specimen dan pengujian. Kedua kegiatan utama tersebut dilakukan di laboratorium permesinan teknik mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian dilakukan mulai dari 8 Februari-Juni 2017.

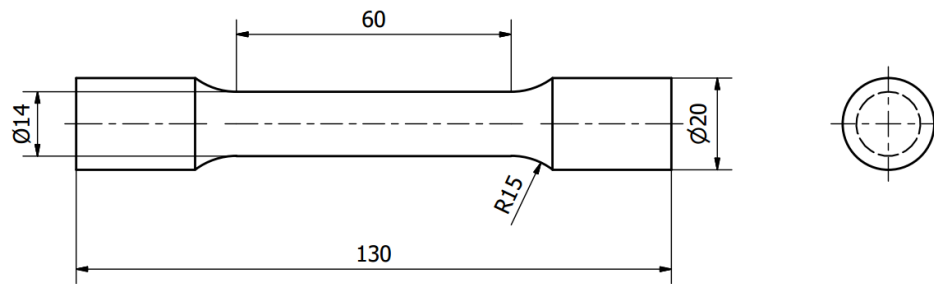
Tempat penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Laboratorium Fabrikasi Teknik Mesin UMY
- b. Laboratorium Material Teknik Mesin UMY
- c. Laboratorium *Testing Material* D-3 Teknik Mesin UGM (Uji Mikro)

Pada rencana penelitian terdapat beberapa variabel yaitu:

1. Variabel bebas yaitu variabel yang ditentukan sebelum dilakukan penelitian.  
Variabel bebas yang ditentukan dalam penelitian ini adalah:
  - Waktu tempa pengelasan
2. Variabel terikat yaitu variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas.  
Variabel terikat ini adalah:
  - Kekuatan Tarik
  - Struktur mikro
3. Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan.  
Variabel kontrol penelitian ini adalah:

- Kecepatan putar mesin 1000 rpm
- Tekanan gesek 35 MPa
- Tekanan tempa 130 MPa
- Waktu gesek 4 detik



Gambar 3.1. Spesimen Uji Tarik Standar JIS Z 2201  
Sumber : Japanese Industrial Standards Association (1980).

Tabel 3.1. Tabel parameter aluminium 6061 T6 dan AISI 304.

No	Tekanan Gesek (Mpa)	Waktu Gesek (Detik)	Tekanan Up set (Mpa)	Waktu Tempa (Detik)	Hasil Kekuatan Tarik (MPa)
1	35	4	130	4	
2	35	4	130	6	
3	35	4	130	8	
4	35	4	130	10	
5	35	4	130	12	
6	35	4	130	14	
7	35	4	130	16	
8	35	4	130	18	
9	35	4	130	20	
10	35	4	130	22	

### 3.2.2. Alat dan Bahan Penelitian

#### 1. Alat Penelitian

##### a. Mesin Las Gesek



Gambar 3.2. Mesin las gesek.

Alat ini yang digunakan sebagai las gesek silinder pejal aluminium paduan 6061 dan stainless steel 304.

##### b. Mesin Bubut



Gambar 3.3. Mesin Bubut.

Mesin Bubut (*lathe*), adalah alat untuk mempersiapkan benda kerja sebelum dan sesudah proses pengelasan gesek.

##### c. Mesin Uji Tarik

*Universal Testing Machine (UTM)*, adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian tarik sambungan las gesek material *aluminium* dengan *stainless steel*.



Gambar 3.4. Alat Uji Tarik.

d. Alat Uji Mikro

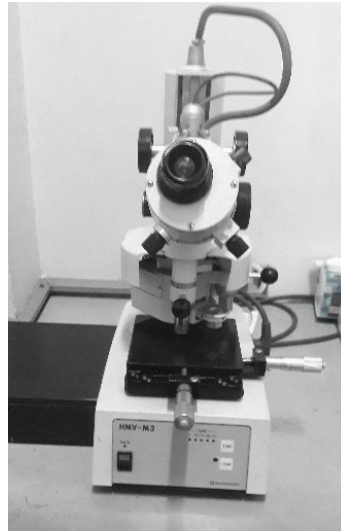
Alat Uji Foto Mikro, adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian struktur mikro baik pada sambungan las maupun sebelum las gesek material aluminium paduan 6061 dengan stainless steel AISI 304.



Gambar 3.5. Alat Uji Mikro.

e. Alat Uji Kekerasan

Alat Uji Kekerasan *Vickers*, adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian kekerasan sambungan las gesek material aluminium 6061 T6 dengan stainless steel 304.



Gambar 3.6. Alat Uji Kekerasan.

f. Mesin Poles (*Grinding Polishing Machine*)



Gambar 3.7. Mesin poles.

g. Mesin Pemotong (*Metacut*)



Gambar 3.8. Metacut.

Alat pemotong METACUT-M250 dengan tegangan 3x380 volt, frekuensi 50/60 Hz dan daya 3200 watt ini digunakan untuk membelah material hasil las gesek.

h. Gergaji motor



Gambar 3.9. Gergaji motor.

Alat yang digunakan untuk memotong material las gesek dengan nama King Rex model REX-15SP.

i. Stopwatch

j. Loadcell



Gambar 3.10. Load cell.

Load cell model H3-C3-3.0t-6B berkapasitas 3 ton adalah alat yang digunakan untuk mengukur tekanan pada mesin las gesek.

## 2. Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian seperti pada tabel 3.2 dan 3.3.

### a. *Aluminium Alloy* 6061 silinder pejal

Tabel 2.4 Paduan aluminium 6061 (Surdia, 2000)

Alloy	Mg	Si	Fe	Cu	Cr	Zn	Mn	Ti
6061	0.99%	0.66%	0.25%	0.31%	0.16%	0.01%	0.08%	0.02%

### b. *Stainless Steel* 304 silinder pejal

Table 2.5. Paduan *Stainless Steel* 304  
Sumber: Wiryosumarto dan Okumura, 2004.

C	Si	Mn	P	S	N	Cr	Ni
0.08%	0.75%	2.0%	0.045%	0.030%	0.10%	18-20%	8-11%

### c. Resin dan Katalis

Merupakan bahan yang sering digunakan untuk membuat tempat sebagai wadah spesimen agar mudah di pegang.

### d. Etsa

Etsa digunakan untuk melihat permukaan benda uji agar terlihat saat dilakukan mikroskop. Caranya dengan merusak permukaan menggunakan cairan Hydrofluoric Acid (HF), Asam Clorida (HCl), alkohol 96%, dan aquades.

### e. Pasta poles (autosol)

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

## 3.3. Persiapan Penelitian

Persiapan awal yang dilakukan untuk melakukan penelitian ini adalah melakukan pengecekan alat dalam kondisi baik supaya hasil dan data yang diperoleh lebih akurat dan teliti, adapun langkah-langkah pemeriksaan meliputi :

### 3.3.1. Kalibrasi Mesin *Friction Welding*

Kalibrasi Mesin *Friction Welding* dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil pengujian agar sesuai dengan parameter yang telah ditentukan.



Variasi dalam pengujian yang diberikan adalah variasi waktu *upset*. Sehingga untuk tekanan gesek dan tekanan tempa dikalibrasi hanya pada awalnya saja, karena dianggap konstan. Kalibrasi Mesin *Friction Welding* dilakukan dengan cara penyetelan tekanan dengan mesin hidrolik menggunakan alat ukur *load cell* untuk mengukur seberapa besar tekanan yang diberikan. Penyetelan ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar tekanan setiap dilakukan pembukaan katup secara bervariasi.

### 3.4. Pelaksanaan Penelitian

#### 3.4.1. Parameter yang Dipergunakan dalam Perhitungan

Pada pengujian ini dilakukan beberapa parameter untuk perhitungan tekanan dan tegangan tarik maksimal diantaranya adalah sebagai berikut:

##### 1. Menghitung Tekanan (P)

Tekanan dapat diperoleh dari persamaan sebagai berikut:

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots \text{persamaan (3.1.)}$$

keterangan:

P : tekanan (MPa)

F : gaya (N)

A : luas penampang (mm<sup>2</sup>)

##### 3. Menghitung Tegangan Tarik Maksimal

Tegangan tarik maksimal dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_u = \frac{F}{A_0} \dots\dots\dots \text{persamaan (3.2.)}$$

keterangan:

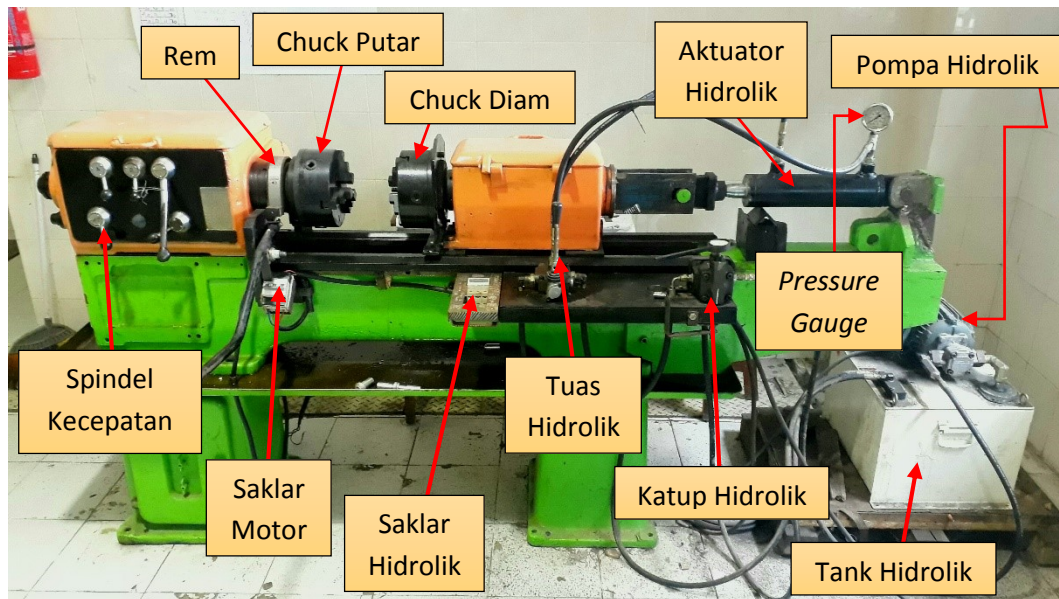
$\sigma_u$  : tegangan tarik maksimal (MPa)

F : gaya (N)

A<sub>0</sub> : luas penampang sebelum dibebani (mm<sup>2</sup>)

#### 3.4.1. Skema Mesin Friction Welding





Gambar 3.11. Skema Mesin *Friction Welding*.

### 3.4.3. Pembuatan Spesimen

- Mempersiapkan alat dan material yang akan digunakan.
- Memotong material dengan panjang aluminium 75 mm dan stainless steel 75 mm.
- Selanjutnya proses pembubutan dengan membentuk spesimen sesuai standar JIS Z 2201.

### 3.4.4. Proses Pengelasan

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam proses pengelasan:

- Pembuatan spesimen bahan AA 6061 dan SS AISI 304 sesuai standar JIS Z 2201.



Gambar 3.12. Hasil pembuatan spesimen bahan aluminium dan stainless yang sudah dibuat standar JIS Z 2201.

- Melakukan kalibrasi mesin untuk menentukan ukuran besaran yang diinginkan.

- c. Memasang spesimen uji pada chuck mesin friction welding dengan posisi yang *center*.



Gambar 3.13. Pemasangan bahan diposisikan center.

- d. Melakukan penyetelan kecepatan putar mesin dengan mengatur spindel pada putaran 1000 rpm.
- e. Menyalakan saklar motor mesin.
- f. Melakukan tekanan secara perlahan dengan menarik tuas hidrolik sehingga piston hidrolik bergerak maju sehingga akan terjadi penekanan.
- g. Melakukan pengamatan waktu yang telah ditentukan sebelumnya saat gesekan mulai terjadi.
- h. Setelah waktu tercapai maka mematikan mesin dengan menarik tuas rem sampai langsung berhenti.

### 3.5. Pelaksanaan Pengujian Tarik

#### 1. Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan pada spesimen hasil lasan. Spesimen yang digunakan uji tarik dibuat sesuai standard *JIS Z2201*. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik universal bermerek *Universal Testing Machine* (UTM). Dengan bentuk spesimen :



Gambar 3.14. Spesimen Hasil Pengelasan.

Prosedur pengujian tarik sebagai berikut :

- a. Mengukur diameter setelah dilakukan pembubutan hasil lasan serta panjang spesimen setelah dilakukan pengelasan menggunakan jangka sorong.
- b. Menghidupkan mesin uji (*Universal Testing Machine = UTM*).
- c. Memasang specimen hasil lasan dengan posisi aluminium pada cekam atas (*Up*) dan stainless steel pada cekam bawah (*Down*).
- d. Menjalankan program U60 dan memasukkan dimensi specimen hasil lasan yang akan di uji, seperti *gauge lenght*, *grip lenght*, dan diameter.
- e. Melakukan *prepare test* untuk menentukan metode pengujian.
- f. Membuka layar 'Report' untuk menampilkan: *Test No*, *Test date*, *Area*, *Yield Point*, *Yield strength*, *Elongation*, *Max. Load*, dan *Break*.
- g. Melakukan pengujian dengan menekan tombol 'TEST' pada tool box. Pengujian akan segera dimulai sampai benda uji patah, dan grafik tegangan-regangannya akan ditampilkan di layar, setelah benda uji patah, mesin akan berhenti secara otomatis.
- h. Menyimpan data record hasil pengujian dan melepas spesimen yang telah selesai di uji.
- i. Melakukan pengujian yang sama pada spesimen lainnya.

### **3.7. Pengamatan Metalografi**

Untuk dapat melihat struktur mikro dari suatu material khususnya logam kita bisa menggunakan teknik Metallography. Metallography adalah ilmu yang mempelajari karakteristik, struktur dari suatu logam atau paduan. Dalam *metallografi* ada 2 pengujian yang familiar dilakukan yaitu pengujian *makro (makroscope test)* dan pengujian *mikro (mikroscope test)*. Pengujian *makro (makroscope test)* adalah pengujian bahan dimana pengujian tersebut bisa dilakukan hanya dengan mata terbuka dengan tujuan dapat melihat celah dan lubang yang nampak pada permukaan bahan. Angka kevalidan pengujian *makro* berkisar antara 0,5 sampai 50 kali. Sedangkan pengujian *mikro (mikroscope test)* adalah proses pengujian terhadap bahan logam yang bentuk kristal logamnya tergolong sangat halus. Sehingga untuk melakukan

pengujian harus menggunakan alat yang disebut mikroskop optis yang memiliki kualitas pembesaran antara 50 hingga 3000 kali.

Pengujian *metallografi* ini dapat memberikan gambaran dari bentuk struktur logam yang diuji sehingga dapat diamati lebih lanjut mengenai hubungan struktur pembentuk logam dengan sifat-sifat dari logam tersebut.

Prosedur Metallography ini ada beberapa tahapan, yaitu :

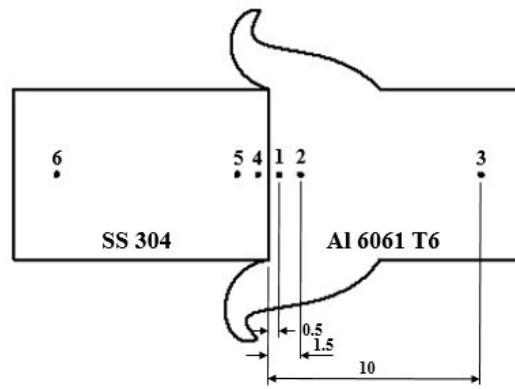
1. Pemotongan spesimen
2. Kertas amplas , dengan tingkat kekasaran mulai dari 120, 320, 1000, 1500, dan 2000. Tahap terakhir di autosol dengan amplas nomor 2000 lalu digosok dengan kain perca.
3. Proses pemolesan
4. Bejana untuk *etsa*
5. Proses pengetsaan
6. Mikroskop metalurgi
7. Spesimen
8. Pengambilan dan penyimpanan foto

Beberapa tahapan yang harus dilakukan untuk uji metallografi yaitu:

1. Pemotongan specimen sesuai dimensi yang di inginkan.
2. Penyalutan (*mounting*) menggunakan resin agar spesimen mudah untuk dilakukan proses pengamplasan dan pemolesan.
3. Pengamplasan spesimen yang telah di mounting.
4. Pemolesan.
5. Pengetsaan.

### **1.8. Pengujin Kekerasan Mikro Vickers**

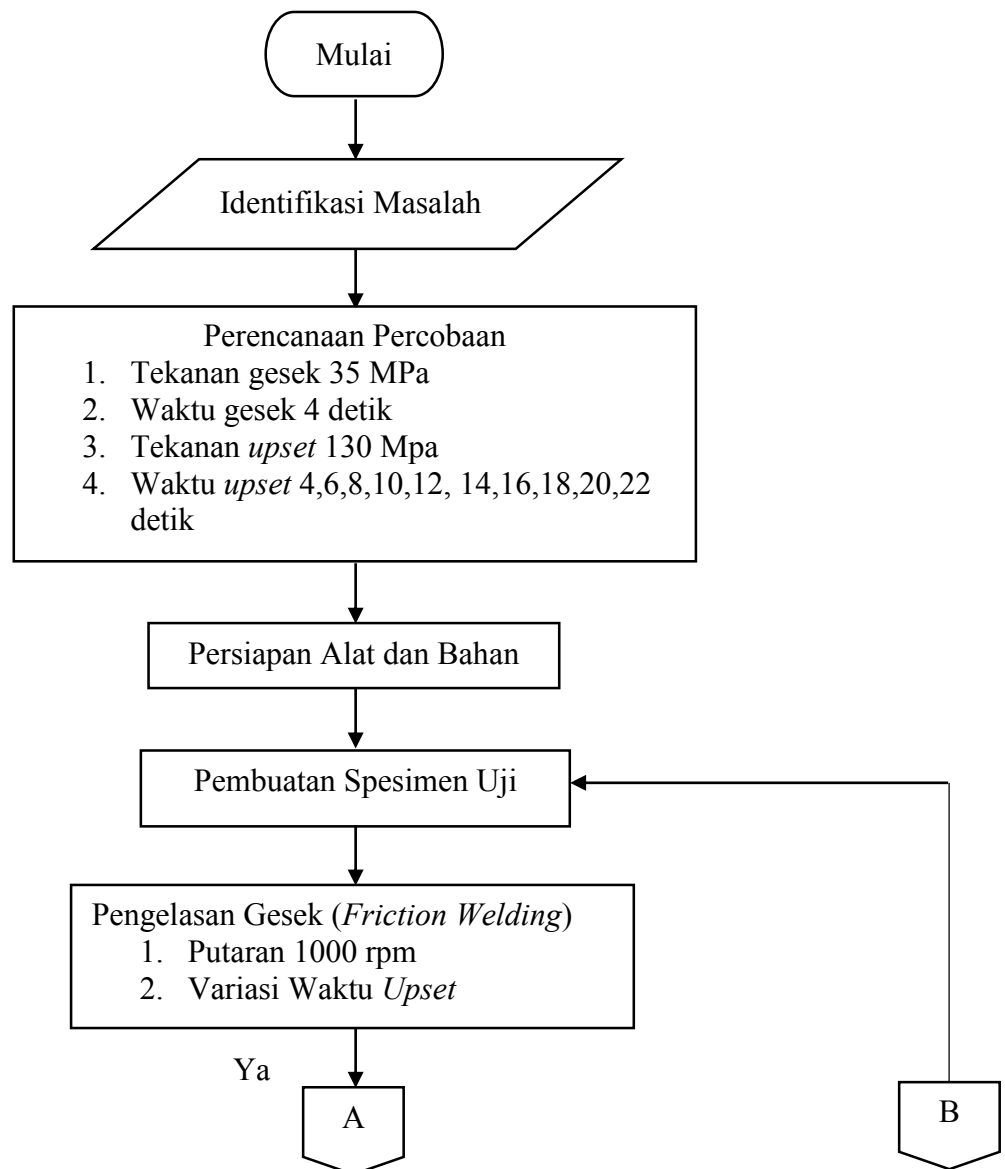
Pengujian kekerasan diambil enam titik seperti yang terlihat pada gambar 3.10. Pada masing-masing logam diambil tiga titik yaitu pada sambungan lasan, daerah terkena panas (HAZ) dan logam induk.

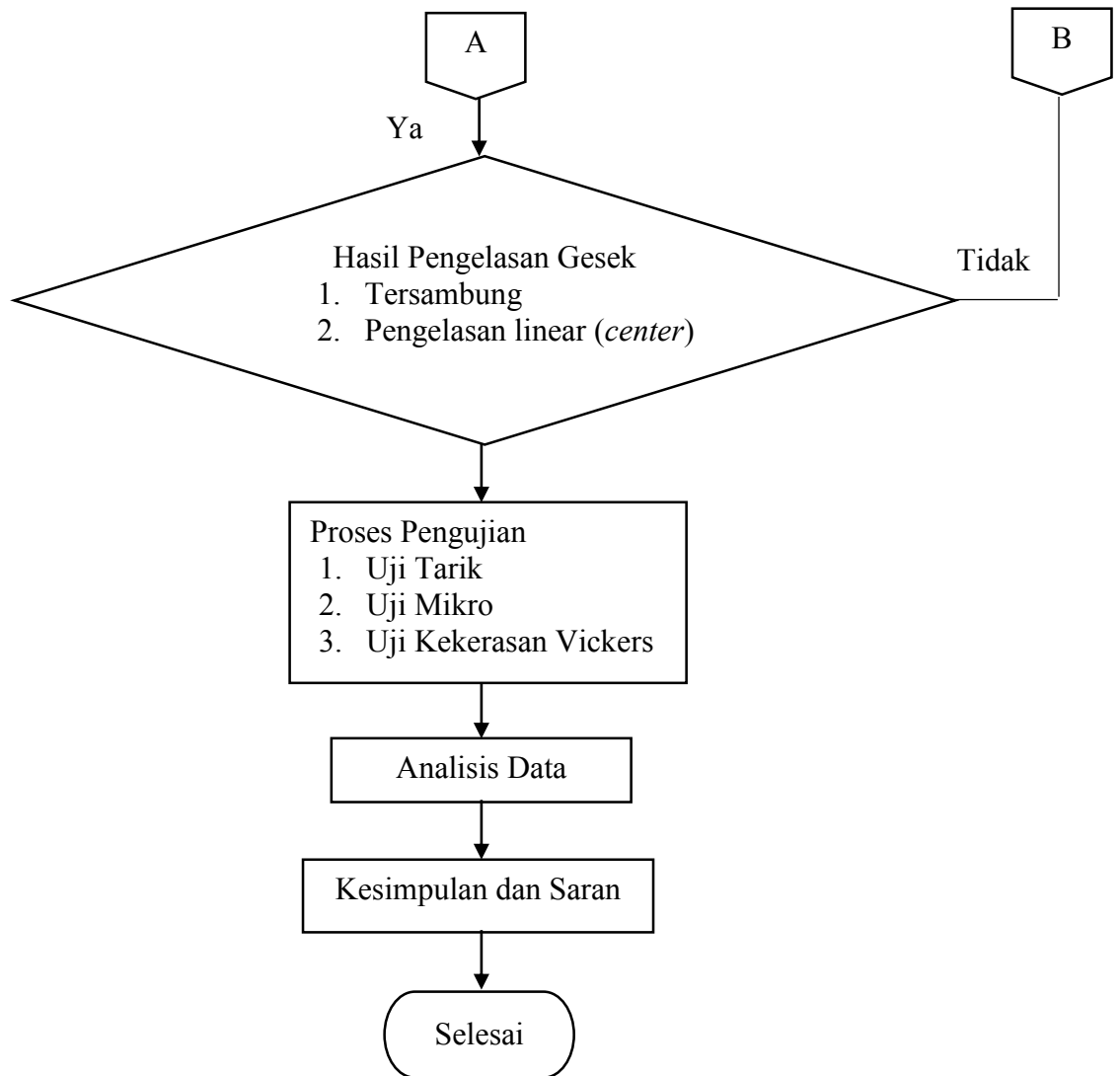


Gambar 3.15. Posisi pengambilan titik uji.

### 3.8. Diagram Alir Penelitian

Sebelum dilakukannya proses penelitian pengelasan gesek dibuatlah diagram alir untuk menggambarkan proses-proses oprasional sehingga mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutan langkah dari proses penelitian. Dilihat gambar 3.15.





**Gambar 3.16.** Diagram Alir Penelitian.