

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan waktu perendaman terhadap laju korosi *stainless steel* austenitik tipe SARAMET. Disamping itu juga dilakukan studi literatur baik dari buku, jurnal maupun dari internet untuk memperoleh informasi tambahan berkenaan dengan penelitian yang dilakukan.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian mengenai pengaruh konsentrasi dan waktu perendaman terhadap laju korosi SARAMET dilaksanakan pada rentang waktu Maret 2013 sampai Mei 2013. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Proses Produksi I, Laboratorium Metalurgi Fisik dan Laboratorium Metrologi Industri, jurusan Teknik Mesin, Universitas Brawijaya. Dilakukan pula pengujian secara elektrokimia yang dilaksanakan di Laboratorium Elektrokimia, Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.

### 3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

#### 1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Variasi konsentrasi asam sulfat yaitu 85 %, 90% dan 95%
- b. Variasi waktu perendaman : waktu kontak langsung antara spesimen dengan larutan asam sulfat dibuat antara 240 jam, 360 jam, dan 480 jam

#### 2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya yaitu laju korosi.

#### 3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dikonstantakan. Dalam hal ini yang menjadi variabel terkontrol adalah:

- a. Dimensi SAROMET yaitu 25 mm x 10 mm x 4 mm
- b. Temperatur kamar (25<sup>0</sup> C)

### 3.4 Peralatan dan Bahan yang Digunakan

#### 3.4.1 Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Power Hacksaw

Digunakan untuk memotong spesimen.

Spesifikasi :

- 220 V
- 50-60 Hz
- 2.34 kW

2. Dapur Listrik

Untuk mengeringkan spesimen setelah dicuci dengan air suling.

Spesifikasi :

- Merk : OPENBAU HOFMAN
- Buatan : Austria
- Tipe : E/90
- Voltage : 220 V
- Daya : 3.3 kW
- Suhu Maks.: 1100 °C

3. Gelas Beker

Untuk meletakkan larutan asam sulfat dengan konsentrasi yang sudah ditentukan.

Spesifikasi :

- Merk : Duran
- Buatan : Jerman
- Kapasitas 250 ml
- Tahan pada  $\pm 200$  °C

4. Timbangan Elektrik

Digunakan untuk menimbang berat spesimen sebelum dan sesudah direndam dalam asam sulfat.

Spesifikasi :

- 220 V
- 50-60 Hz
- 0,3 A
- 10 Watt
- Ketelitian 0,0001 gr

5. Sand Paper

Digunakan untuk menggosok spesimen sebelum dilakukan foto mikrostruktur.

Spesifikasi :

- Merk : Saphir
- Buatan : Jerman
- Roda kerja 200-250 mm
- 1.5 kVa
- 230 V
- 50-60 Hz
- Kecepatan putar roda kerja 600 rpm
- 44 kg

6. Mikroskop Optik

Digunakan untuk foto mikrostruktur spesimen guna melihat bagian-bagian yang terkorosi.

Spesifikasi :

- Merk : Olympus
- Buatan : Jerman
- Pembesaran : 5x, 10x, 100x, dan 200x
- 110/220 V
- 50-60 Hz
- Tinggi Maks. spesimen 70 mm
- Lebar Maks. spesimen 95 mm
- LCD

7. Sarung Tangan

Digunakan untuk melindungi tangan dari larutan asam sulfat.



## 8. Penjepit

Untuk mengangkat spesimen setelah direndam dalam gelas beker.

## 9. Kertas Gosok (amplas)

Digunakan untuk membersihkan dan menghaluskan permukaan spesimen.

Ukuran yang digunakan 100, 250, 500, 800, 1000.

### 3.4.2 Bahan yang digunakan

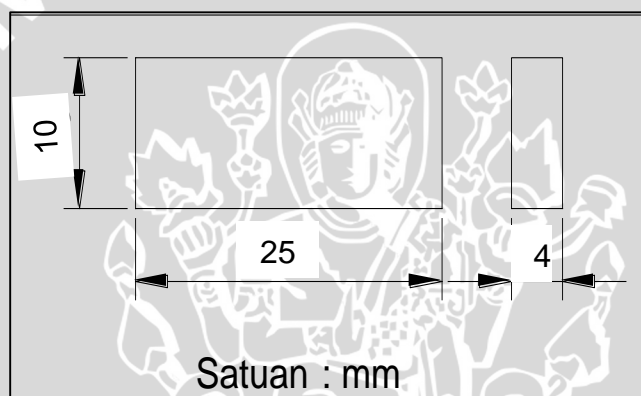
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

## 1. SARAMET dengan dimensi sebagai berikut :

Panjang : 25 mm

Lebar : 10 mm

Tebal : 4 mm



Gambar 3.1 Dimensi Spesimen

Material SARAMET yang digunakan yaitu Sandvik 253 MA (UNS S30815) dengan densitas  $7,8 \text{ g/cm}^3$  dan komposisi kimia sebagai berikut:

- Karbon (C) : 0,08 %
- Mangan (Mn) : 0,8 % (maks.)
- Kromium (Cr) : 21 %
- Nikel (Ni) : 11 %
- Silikon : 1,6 %
- Besi dan paduan lain : seimbang

## 2. Larutan asam sulfat dengan konsentrasi 85, 90 dan 95%.

Larutan ini dibuat dengan mengencerkan asam sulfat 98% menjadi 85%, 90%, dan 95% masing-masing sejumlah 100 ml sesuai rumus pengenceran pada persamaan 2.1.

### 3. Aquades

Digunakan untuk mencuci spesimen setelah dilakukan perendaman.

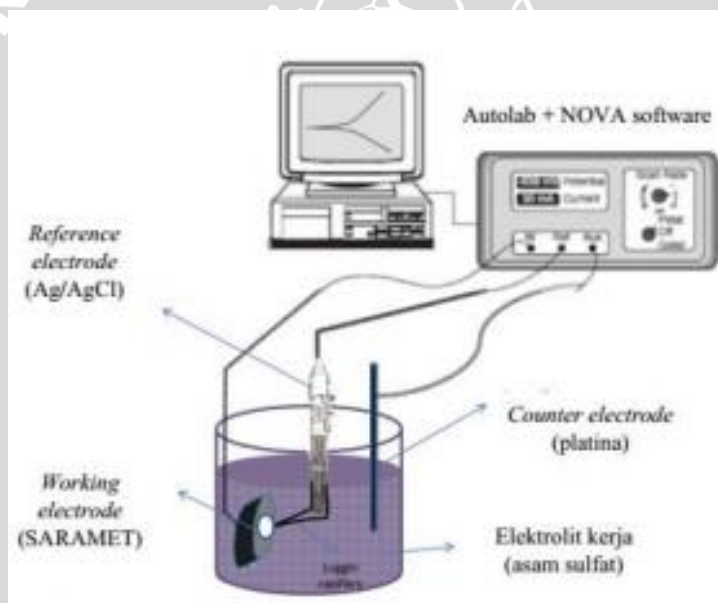
## 3.5 Pengujian Elektrokimia

### 3.5.1 Tujuan Pengujian

Pengujian secara elektrokimia bertujuan untuk mengetahui laju korosi material SARAMET yang tidak terkontaminasi oleh media korosif.

### 3.5.2 Skema Polarisasi

Dalam penelitian ini digunakan metode pengujian elektrokimia dengan teknik polarisasi. Metode pengujian ini dilakukan dengan menggunakan Autolab dengan software Nova. Output dari pengujian ini adalah berupa kurva polarisasi.



Gambar 3.2 Instalasi Elektrokimia

Sumber : Dandi (2010)

Pada gambar 3.2 dapat dilihat pengaturan rangkaian kerja dimana arus dari *power supply* dialirkan menuju elektroda kerja (*working electrode*) melalui *counter electrode* (elektroda bantu) yaitu platina, sedangkan potensial dari elektroda kerja diukur dengan elektroda *reference* (elektroda acuan) dalam hal ini menggunakan Ag/AgCl. Ketika kutub negatif dari *power supply* dihubungkan dengan elektroda kerja maka elektroda itu akan terpolarisasi sebagai katoda dan *counter electrode* pada kutub positif maka akan terpolarisasi sebagai anoda. Larutan yang digunakan sebagai elektrolit kerja adalah asam

sulfat 0.53%. Larutan ini berfungsi sebagai media yang dapat menghantarkan listrik, bukan sebagai media korosif. Berikut adalah komponen-komponen yang terdapat pada potensiodinamik:

#### 1 Elektroda kerja

Ini sebutan yang diberikan kepada elektroda yang sedang diteliti. Hasil pengukuran arus dapat segera dikonversikan menjadi kerapatan arus yang akan digunakan dalam perhitungan.

#### 2 Elektroda Bantu

Sebutan ini diberikan kepada elektroda kedua yang berfungsi mengangkut arus dalam rangkaian yang terbentuk dalam penelitian. Pada pengujian ini digunakan platina sebagai elektroda bantu.

#### 3 Elektroda Acuan

Elektroda ini dimaksudkan sebagai titik dasar yang sangat pas untuk acuan pengukuran – pengukuran potensial elektroda kerja. Arus yang mengalir melalui elektroda ini harus sekecil – kecilnya sehingga dapat diabaikan. Bila tidak demikian, elektroda ini akan ikut dalam reaksi sel dan potensialnya tidak lagi konstan. Elektroda yang dipakai sebagai elektroda acuan adalah Ag/AgCl.

### 3.5.3 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah pengujian elektrokimia antara lain :

1. Menyiapkan spesimen yang belum terkontaminasi dengan larutan asam sulfat.
2. Spesimen yang telah disiapkan tersebut berfungsi sebagai elektroda kerja dan dirangkai dalam gelas ukur yang telah berisi larutan asam sulfat 0.53 % sebagai elektrolit kerja.
3. Elektroda acuan (Ag/AgCl) dan elektroda bantu (platina) serta elektroda kerja dihubungkan dengan kabel yang telah tersambung ke komputer yang nantinya program tersebut akan dijalankan dengan software Nova.
4. Sebelum program dijalankan, elektroda-elektroda yang sudah terhubung dibiarkan selama 10 menit agar potensial dan arus yang mengalir dalam keadaan stabil.

### 3.5.4 Prosedur Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan kurva polarisasi sebagai dasar untuk mengetahui perilaku aktif pasif dari material yang sedang diuji. Kurva polarisasi memiliki potensial

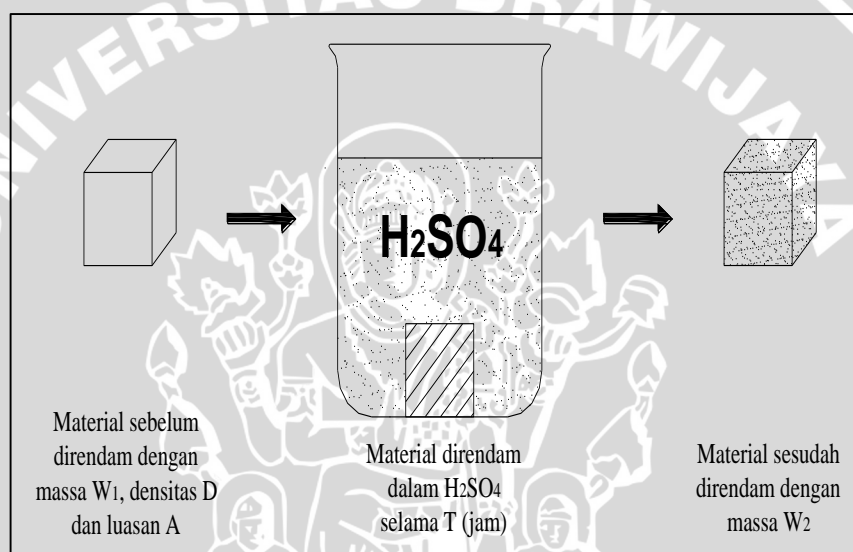


E sebagai absis (x) dan rapat arus I dalam skala logaritma sebagai ordinat (y) yang diperoleh adalah berupa file data yang lalu bisa dilihat dan dianalisa dengan *Nova Software Analysis*. Kurva polarisasi E log I merupakan salah satu cara paling umum dalam penelitian korosi karena dapat diketahui nilai  $I_{corr}$  dan  $E_{corr}$  yang selanjutnya dapat dihitung nilai laju korosi yang terjadi.

### 3.6 Metode *Weight Loss*

#### 3.6.1 Instalasi Percobaan

Rancangan penelitian dengan metode *weight loss* dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3 Instalasi Percobaan Metode *Weight Loss*

#### 3.6.2 Prosedur Percobaan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam percobaan adalah:

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.
2. Mencuci spesimen dengan air suling lalu dikeringkan dalam dapur listrik dengan suhu  $110^\circ C$  selama 1 jam.
3. Setelah dikeluarkan dari dapur listrik, spesimen ditimbang sebelum dimasukkan ke dalam larutan asam sulfat.
4. Siapkan gelas beker yang berisi larutan asam sulfat dengan masing-masing konsentrasi.
5. Masukkan spesimen ke dalam gelas beker yang sudah berisi larutan asam sulfat

6. Saat tepat 240 jam, 360 jam dan 480 jam, angkat spesimen lalu dicuci dengan air suling dan dipanaskan lagi dalam dapur listrik dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  selama 1 jam.
7. Setelah 1 jam, spesimen dikeluarkan kemudian ditimbang untuk memperoleh angka kehilangan berat.
8. Dilakukan foto mikrostruktur untuk memperjelas bentuk korosi yang terjadi.

### 3.6.3 Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data

Langkah-langkah yang diambil untuk mengetahui nilai laju korosi yaitu :

- a) Mencatat berat spesimen setelah direndam dalam asam sulfat.
- b) Berat awal sebelum spesimen direndam dikurangi dengan setelah yang direndam asam sulfat sesuai waktu yang ditentukan. Hasilnya yang merupakan berat yang hilang kemudian dimasukkan ke dalam rumus menghitung laju korosi sesuai persamaan 2.2.
- c) Melakukan foto mikrostruktur untuk memperjelas bagian spesimen yang terkorosi.

### 3.6.4 Desain Faktorial

Desain faktorial yang digunakan adalah desain 2 faktor dengan masing-masing 3 level tiap faktornya serta 2 kali replikasi sehingga diperoleh jumlah percobaan  $3 \times 3 \times 2 = 18$ .

Tabel 3.1 Data Hasil Penelitian

Konsentrasi Asam Sulfat	Waktu Perendaman		
	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
B <sub>1</sub>	Y <sub>111</sub>	Y <sub>211</sub>	Y <sub>311</sub>
	Y <sub>112</sub>	Y <sub>212</sub>	Y <sub>312</sub>
B <sub>2</sub>	Y <sub>121</sub>	Y <sub>221</sub>	Y <sub>321</sub>
	Y <sub>122</sub>	Y <sub>222</sub>	Y <sub>322</sub>
B <sub>3</sub>	Y <sub>131</sub>	Y <sub>231</sub>	Y <sub>331</sub>
	Y <sub>132</sub>	Y <sub>232</sub>	Y <sub>332</sub>

Keterangan :

Y<sub>ijk</sub> : i : waktu perendaman (jam)

j : konsentrasi (%)

k : pengulangan atau replikasi ke-n



Perhitungan desain faktorial

1. Faktor Koreksi (FK)

$$FK = \frac{(\sum Y_{ijk})^2}{nW \times nK \times r}$$

Dengan :

nK : jumlah level konsentrasi

nW : jumlah level waktu

r : jumlah faktor

2. Jumlah Kuadrat

a. Jumlah kuadrat total

$$JKT = \sum Y^2_{ijk} - FK$$

b. Jumlah kuadrat waktu perendaman

$$JKW = \left( \frac{1}{nW \times r} \right) \sum_{j=1}^w (Y^2 \cdot i \cdot) - FK$$

c. Jumlah kuadrat konsentrasi

$$JKK = \left( \frac{1}{nK \times r} \right) \sum_{i=1}^k (Y^2 \cdot j \cdot) - FK$$

d. Jumlah kuadrat subtotal

$$JKS = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^w \sum_{j=1}^k (Y^2 ij) - FK$$

e. Jumlah kuadrat interaksi

$$JKI = JKS - JKK - JKW$$

f. Jumlah kuadrat galat

$$JKG = JKT - JKK - JKW - JK$$

## 3. Uji Anava

Tabel 3.2 Uji Anava

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat (JK)	derajat kebebasan (dk)	Kuadrat Tengah (KT)	F
Level konsentrasi	JKK	nK-1	$\frac{JKK}{dkK}$	$\frac{KTK}{KTG}$
Level waktu	JKW	nW-1	$\frac{JKW}{dkW}$	$\frac{KTW}{KTG}$
Interaksi	JKI	nK.nW	$\frac{JKI}{dkI}$	$\frac{KTI}{KTG}$
Galat	JKG	dkT-dkK-dkW-dkI	$\frac{JKG}{dkG}$	
Total	JKT	nK.nW.r	$\frac{JKT}{dkT}$	

## 4. Hipotesa

## a. Pengaruh variasi konsentrasi asam sulfat terhadap laju korosi

$H_0$  : tidak ada pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap laju korosi

$H_1$  : ada pengaruh konsentrasi asam sulfat terhadap laju korosi

Jika  $F$  hitung  $>$   $F$  tabel maka tolak  $H_0$ , artinya ada pengaruh signifikan antara konsentrasi asam sulfat terhadap laju korosi

## b. Pengaruh variasi waktu perendaman dalam larutan asam sulfat terhadap laju korosi

$H_0$  : tidak ada pengaruh waktu perendaman dalam asam sulfat terhadap laju korosi

$H_1$ : ada pengaruh waktu perendaman dalam asam sulfat terhadap laju korosi

Jika  $F$  hitung  $>$   $F$  tabel maka tolak  $H_0$ , artinya ada pengaruh signifikan antara waktu perendaman dalam asam sulfat terhadap laju korosi.

## c. Pengaruh interaksi antara konsentrasi dan waktu perendaman dalam larutan asam sulfat terhadap laju korosi.

$H_0$  : tidak ada pengaruh interaksi antara konsentrasi dan waktu perendaman dalam larutan asam sulfat terhadap laju korosi.

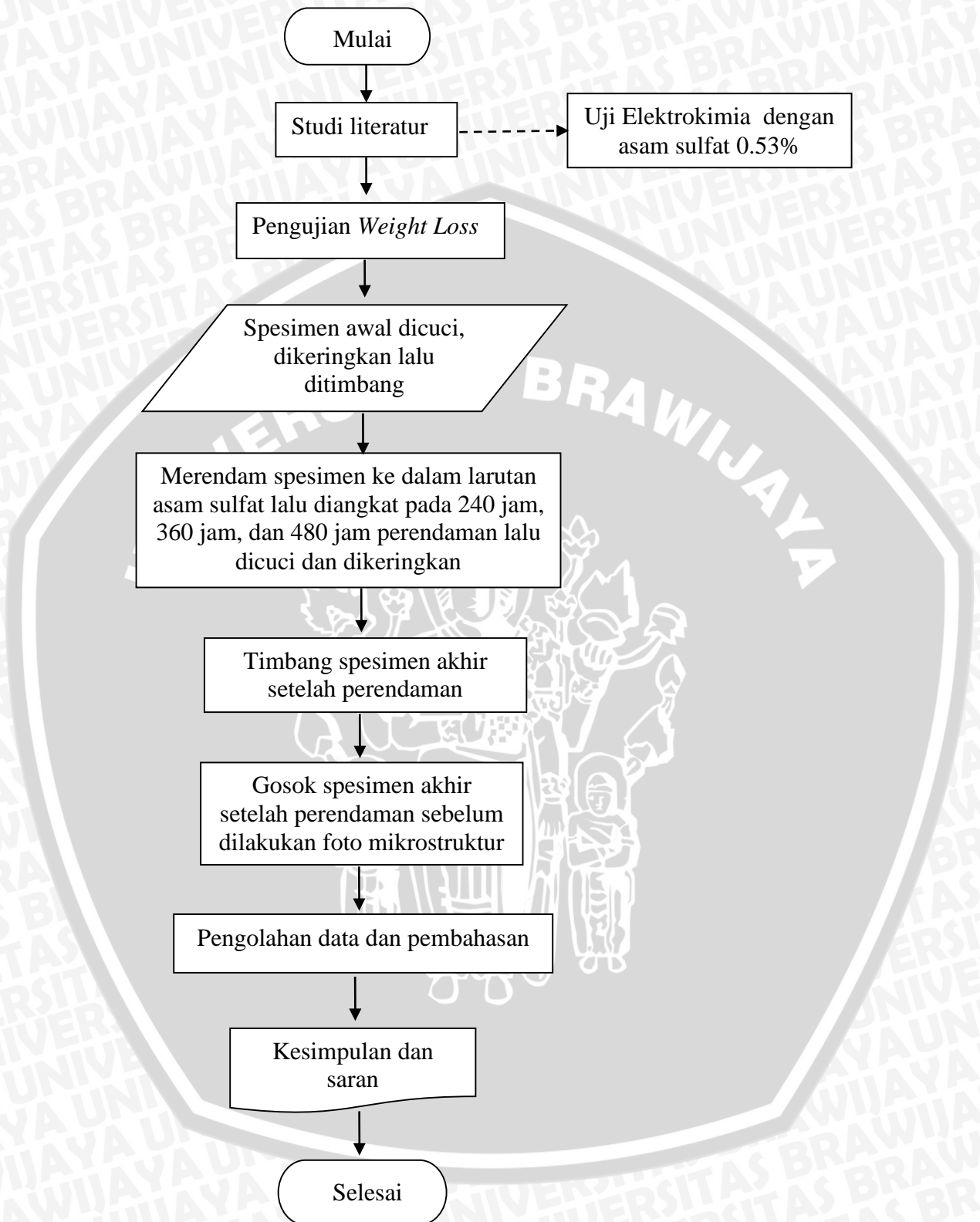
$H_1$  : ada pengaruh interaksi antara konsentrasi dan waktu perendaman dalam larutan asam sulfat terhadap laju korosi.

Jika  $F$  hitung  $>$   $F$  tabel maka tolak  $H_0$ , artinya ada pengaruh interaksi yang signifikan antara konsentrasi dan waktu perendaman dalam larutan asam sulfat terhadap laju korosi.





### 3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.4 Diagram Alir Penelitian