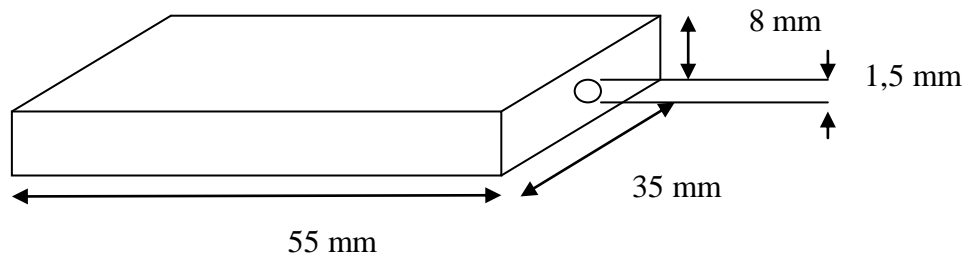


## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Persiapan sampel

Sampel yang digunakan adalah pelat baja karbon rendah AISI 1010 yang dipotong berbentuk balok dengan ukuran 55mm x 35mm x 8mm untuk dijadikan sampel dan diberikan lubang untuk termokopel dengan diameter 1,5 mm.



Gambar 3.1. Ilustrasi Sampel Uji

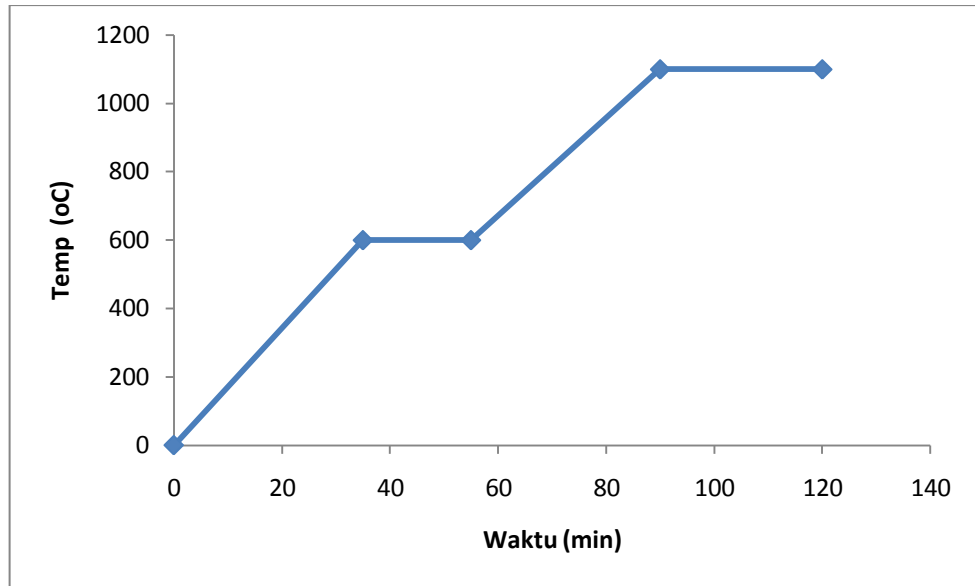
### 3.2 Uji Komposisi

Uji komposisi dilakukan dengan menggunakan *Optical Emission Spectrometer* sesuai standar ASTM A751. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi unsur unsur yang terkandung dalam sampel yang digunakan.

### 3.3 Proses termomekanik (TMCP)

#### 3.3.1 Pemanasan awal (*reheat*)

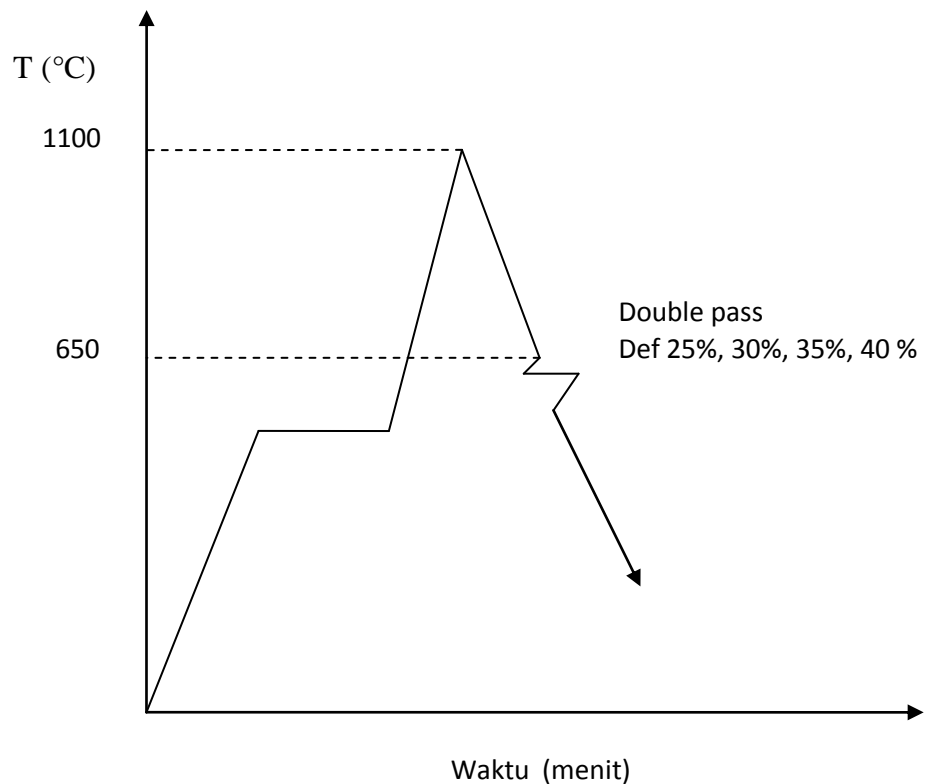
Pada penelitian ini, pemanasan dilakukan sampai suhu 1100 °C dengan siklus perlakuan panas seperti gambar dibawah ini.



Grafik 3.1 Siklus perlakuan panas

### 3.3.2 Proses Rolling

Proses pengerolan reverse double pass dilakukan pada temperatur hangat (warm rolling) yaitu 650°C dengan variasi deformasi 25+25%, 30+30%, 35+35% dan 40+40%.



Gambar 3.2 Diagram proses TMCP

### 3.3.3 Proses pendinginan

Proses pendinginan yang digunakan adalah pendinginan lambat, setelah proses rolling sampel dibiarkan dingin hingga temperatur ruang dengan pendinginan udara.

### 3.4 Pengujian kekerasan Vickers

Pengujian kekerasan dengan metode Vickers bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap intan berbentuk piramida dengan sudut puncak 136 derajat yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Pengujian ini dilakukan sesuai standar ASTM E384-99.

Sudut tersebut digunakan karena merupakan perkiraan rasio terideal indentasi diameter-bola pada uji Brinell. Besar beban indenter sebesar 1 sampai dengan 120 kg, disesuaikan dengan tingkat kekerasan material. Besar nilai kekerasan Vickers (VHN) adalah besar beban dibagi dengan luas daerah terindentasi. Rumus yang digunakan untuk menentukan besar VHN adalah :

$$VHN = \frac{1,854}{l^2} \quad (3.1)$$

Dimana,

P : besar beban indenter (kg)

l : panjang rata-rata diagonal (mm)

1,854 : konstanta yang didapat dari nilai  $2 \sin (136^\circ/2)$

### 3.5 Persiapan sampel untuk pengamatan metalografi

Sebelum pengamatan metalografi dilakukan persiapan sampel sesuai standar ASTM E3-2001 dan ASTM E407-1999, tahapannya meliputi :

- *Sample mounting*  
Sample yang kecil akan menyulitkan pada saat *grinding* dan *polishing*. Oleh karena itu sampel dipasang pada blok polimer.
- *Grinding and polishing*

Pengamplasan dilakukan menggunakan *rotating discs* yang dilapisi dengan silicon carbide paper. Ukuran kekasaran kertas amplas yang digunakan adalah grit no. 120, 240, 480, 800, 1000. Proses pengamplasan dilakukan dengan mengubah arah pengamplasan setiap pergantian tingkat kekasaran kertas amplas, sehingga bisa dipastikan sisa pengamplasan sebelumnya telah hilang dan didapat permukaan sampel yang rata. Setelah itu sampel dipoles untuk mendapatkan permukaan yang lebih halus dan mengkilap serta menghilangkan bekas goresan akibat pengamplasan.

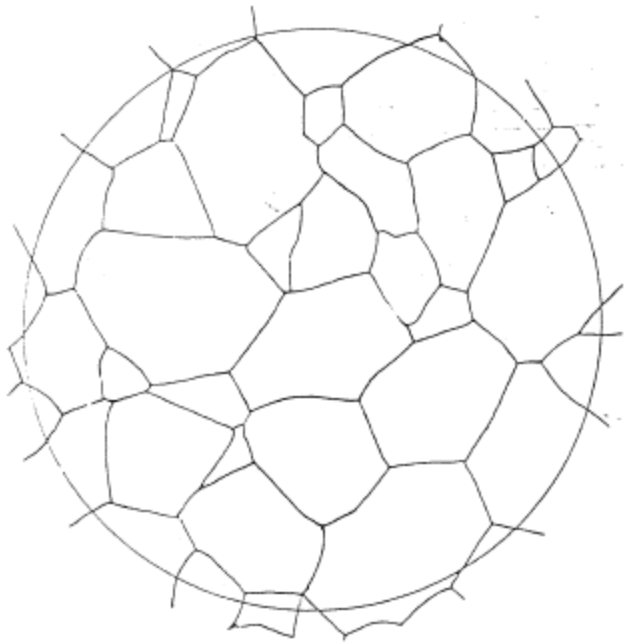
- **Pengetsaan**

Proses selanjutnya yaitu etsa yang bertujuan untuk memunculkan jejak batas butir sampel dengan menggunakan zat etsa nital 2%.

### **3.6 Pengamatan metalografi dan perhitungan besar butir** <sup>[13]</sup>

Dilakukan pengambilan foto struktur mikro dari sampel dengan perbesaran 200x dan 500x, setelah itu dilakukan perhitungan besar butir.

Untuk mengetahui besar butir-butir yang terbentuk selama proses perlakuan didasarkan pada ASTM E112-1996 yaitu metode jeffries atau biasa disebut dengan planimetri. Metode ini menggunakan lingkaran yang umumnya memiliki 5000 mm<sup>2</sup>. perbesaran dipilih sedemikian sehingga ada sedikitnya 75 butir yang berada di dalam lingkaran. Kemudian dihitung jumlah total semua butir dalam lingkaran ditambah setengah dari jumlah butir yang berpotongan dengan lingkaran. Besar butir dihitung dengan mengalikan jumlah butir dengan pengali Jeffries (f). Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali dan diambil nilai rata-ratanya.



Gambar 3.3 Ilustrasi perhitungan butir menggunakan metode planimetri. <sup>[13]</sup>

$$NA = f(N_{\text{inside}} + \frac{N_{\text{intercepted}}}{2}) \quad (3.2)$$

Dimana :

NA : Jumlah butir per luas area

f : Pengali jefferies

$N_{\text{inside}}$  : Jumlah butir dalam lingkaran

$N_{\text{intercepted}}$  : Jumlah butir berpotongan

Dengan besar pengali jefferies tergantung dari perbesaran yang digunakan dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Pengali Jefferies <sup>[13]</sup>

Magnification Used, <i>M</i>	Jeffries' Multiplier, <i>f</i> , to Obtain Grains/mm <sup>2</sup>
1	0.0002
10	0.02
25	0.125
50	0.5
75 <sup>A</sup>	1.125
100	2.0
150	4.5
200	8.0
250	12.5
300	18.0
500	50.0
750	112.5
1000	200.0

Tabel 3.2 *ASTM Grain size No.* <sup>[33]</sup>

<b>ASTM No.</b> <b>G</b>	<b>Mean Intercept Length (μm)</b>	<b>Surface to Volume Ratio S<sub>v</sub>, (mm<sup>-1</sup>)</b>
00	453	4.41
0	320	6.25
1	226	8.84
2	160	12.5
3	113	17.7
4	80	25
5	56.6	35.3
6	40	50
7	28.3	70.7
8	20	100
9	14.1	142
10	10	200
11	7.07	283
12	5	400

### 3.7 Persiapan sampel uji tarik

Sampel dibubut dengan bentuk seperti gambar 3.3 dengan dimensi sebagai berikut :

$$W = 20 \text{ mm}$$

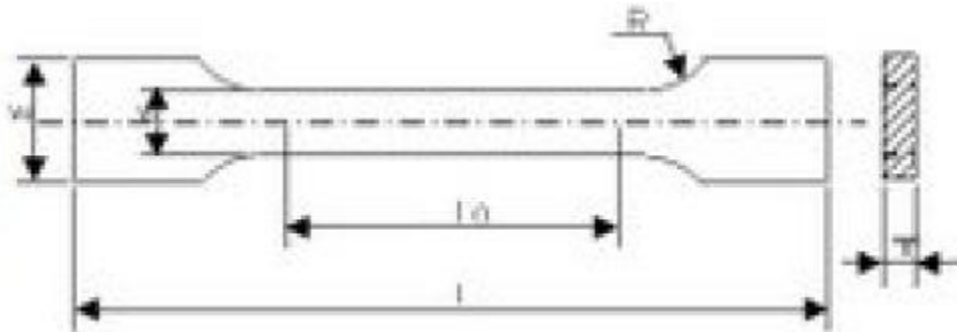
$$W_i = 10 \text{ mm}$$

T = bervariasi sesuai ketebalan setelah rolling

$$L = 15 \text{ cm}$$

$$L_i = 5 \text{ cm}$$

$$R = 60 \text{ mm}$$



Gambar 3.4 Ilustrasi sampel uji tarik

### 3.8 Pengujian ketahanan korosi terhadap NaCl

Untuk pengujian ini sesuai dengan ASTM G5 metode electrochemical potentiodynamic dengan NaCl 3,5 %. Perhitungan laju korosi dihitung dengan mengukur besarnya massa yang hilang dari reaksi elektrokimia. Laju korosi dapat diperoleh dengan adanya aliran pergerakan elektron pada reaksi elektrokimia. Rumus kehilangan massa adalah sebagai berikut:

$$M = I \cdot t \cdot a / n \cdot F \quad (3.3)$$

Keterangan :

M = massa (gr)

I = arus (mikro Ampere)

n = perubahan valensi

a = berat atom ekuivalen (gram)

F = bilangan faraday (coulomb) = 96500 C

Rumus tersebut dikonversikan dalam bentuk rumus lainnya yang menggunakan satuan laju korosi tertentu. Rumus tersebut dapat ditentukan dengan membagi persamaan diatas dengan waktu (t) dalam satuan detik dan luas permukaan (A) dalam satuan cm<sup>2</sup>, maka hasil persamaan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$R = m / t \cdot A = I \cdot a / n \cdot F \quad (3.4)$$

Dari persamaan diatas dapat diubah menjadi laju penetrasi korosi persatuan waktu (mpy) dengan cara membagi persamaan dengan D (berat jenis) dalam satuan gr/cm<sup>3</sup> sehingga rumus akhir adalah sebagai berikut:

$$R = 0,129 \cdot A \cdot I / n \cdot D \quad (3.5)$$

Atau

$$R = 0,129 \cdot BE \cdot I / D \quad (3.6)$$

Dimana,

R = Laju korosi (mpy)

BE = Berat Ekuivalen (gram)

I = Arus korosi ( $\mu$ A/cm<sup>2</sup>)

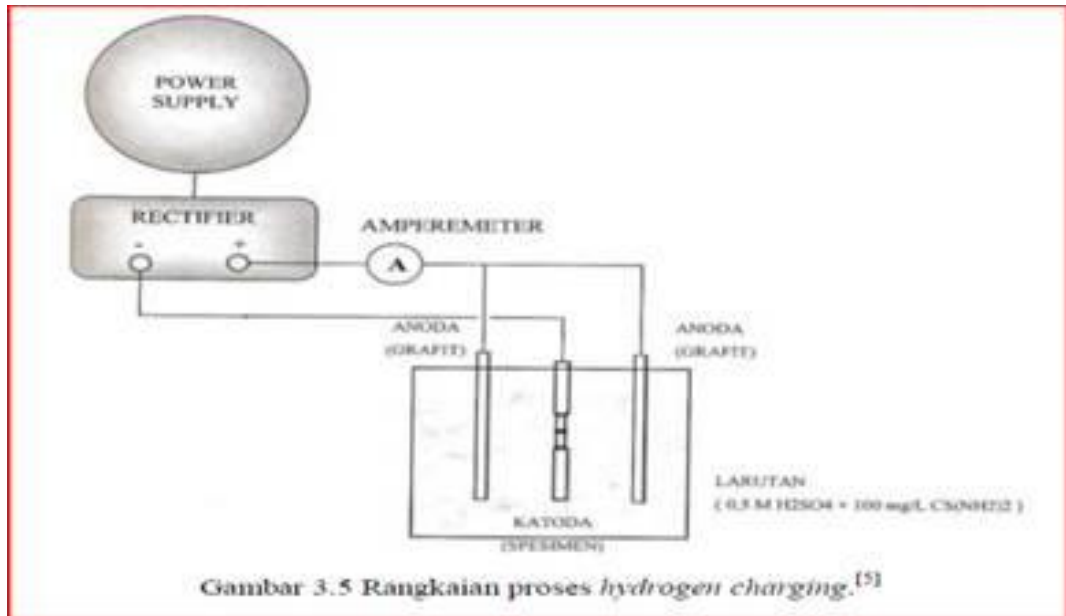
D = Berat jenis (gram/cm<sup>3</sup>)

### 3.9 Pengujian ketahanan korosi terhadap HIC <sup>[12]</sup>

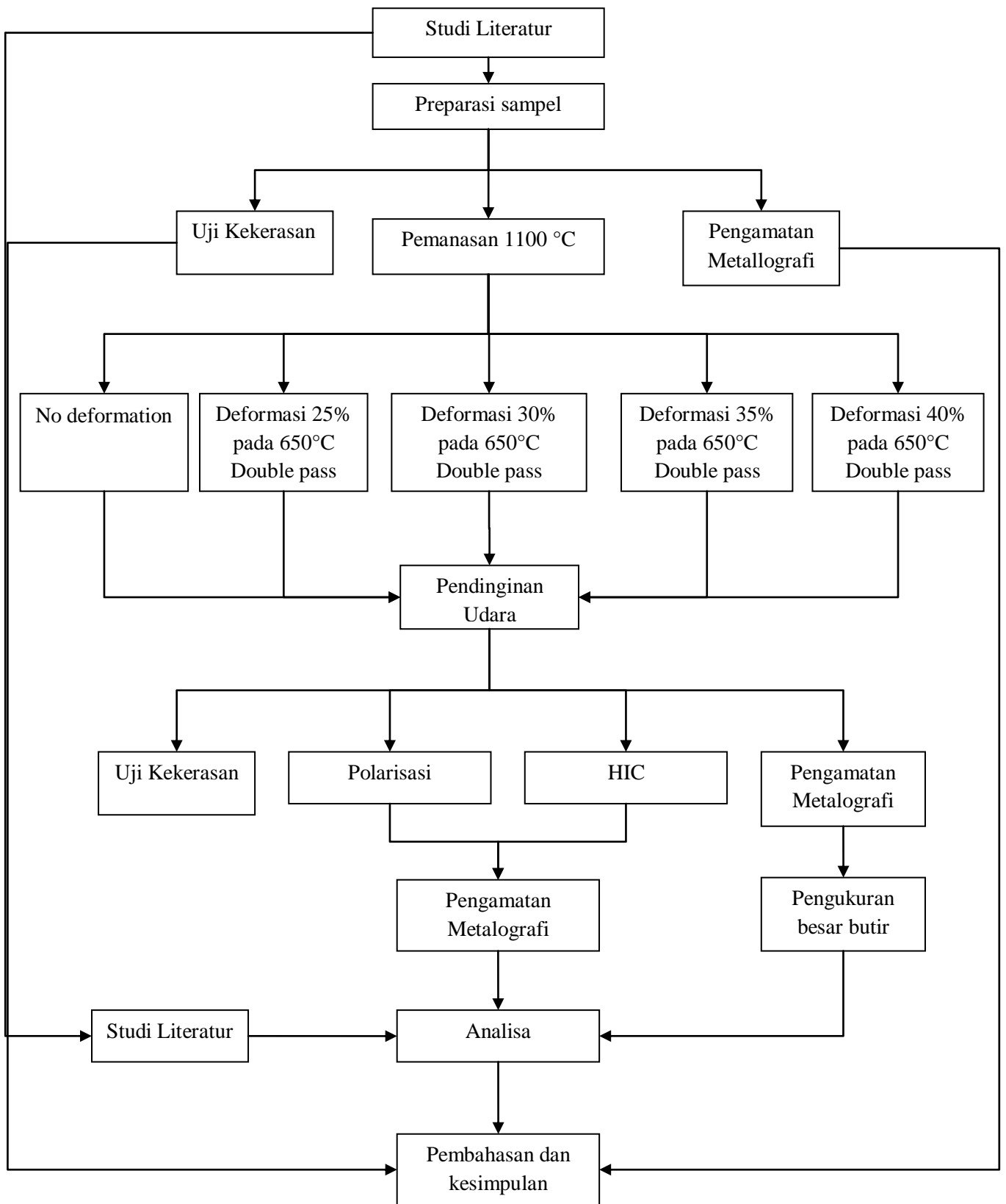
*Hydrogen Induced Cracking* atau korosi akibat pengaruh hidrogen adalah bentuk korosi dimana material mengalami keretakan akibat difusi hidrogen kedalam kisi paduan. Pengujian dilakukan dengan memasukkan hidrogen melalui sirkuit galvanostatik (polarisasi katodik) dengan larutan 0,5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan 100 ppm Thiourea CS(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> selama 20 menit dengan rapat arus 210



mA/cm<sup>2</sup>. Setelah itu sampel dicuci dengan air destilat. Hasil tes ditentukan dengan uji tarik untuk mengetahui degradasi sifat mekanik material akibat pemasukan hidrogen dan foto makro dan SEM untuk melihat permukaan patahan.



Gambar 3.5 Rangkaian Proses *hydrogen charging* <sup>[12]</sup>



Gambar 3.6 Diagram alir penelitian