

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental research*), yaitu melakukan pengamatan secara langsung untuk mendapatkan data sebab dan akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh variasi tegangan listrik dan ukuran *mesh* elektroda terhadap produktivitas gas Hidrogen dalam proses elektrolisis air.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Perakitan alat, perlengkapan instalasi dan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Surya dan Energi Alternatif, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya pada bulan Oktober 2014 – Mei 2015.

#### 3.3 Variabel Penelitian

Variabel – variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah :

##### 1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti serta harganya dapat diubah – ubah dengan metode tertentu untuk mendapatkan nilai variabel terikat dari obyek penelitian, sehingga dapat diperoleh hubungan antara keduanya. Variabel bebas pada penelitian ini adalah:

- Tegangan Listrik : 15 V; 16V; 17V; 18V.
- Fraksi massa  $\text{NaHCO}_3$ : 0%; 1,2%; 2,2%; 3,2%; 4,17%; 5,13%; 10,1%; 15%
- Ukuran *Mesh* : *Mesh* 150, *mesh* 20, serta *mesh* 8

##### 2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Variabel terikat yang diamati pada penelitian ini adalah:

- Volume alir gas (produktivitas gas Hidrogen)

### 3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya ditentukan oleh peneliti dan dikondisikan konstan. Variabel terkontrol yang digunakan pada penelitian ini adalah larutan air sebanyak 3,29 liter dalam elektroliser serta penggunaan katalis  $\text{NaHCO}_3$ .

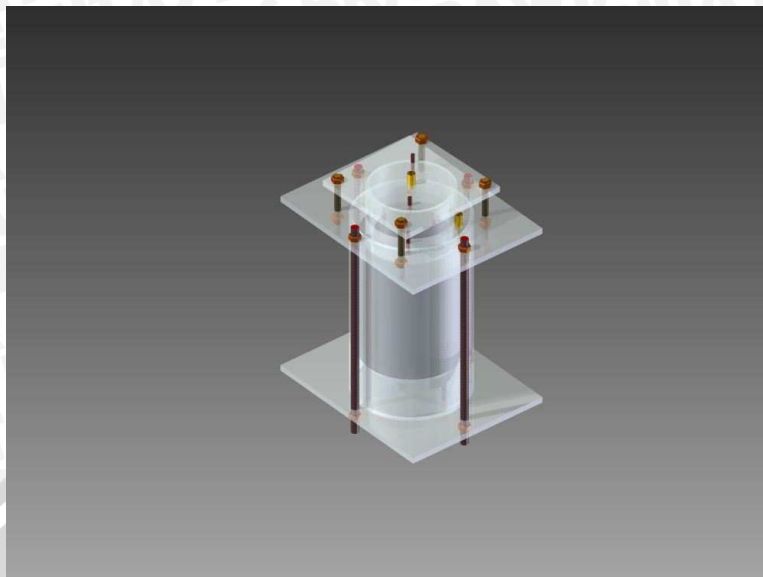
### 3.4 Peralatan Penelitian

#### 1. Elektroliser

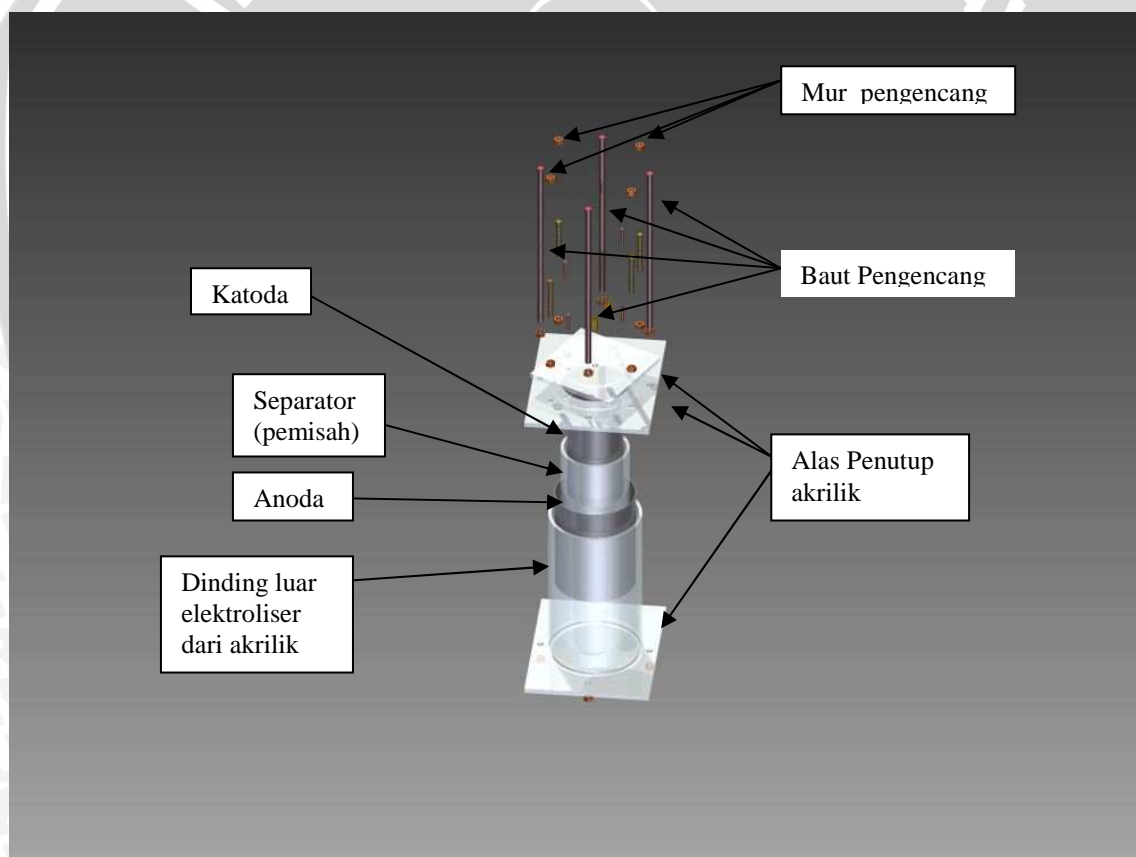
Adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan gas Hidrogen serta gas Oksigen dalam proses elektrolisis air dan di dalamnya terdapat elektroda yang terdiri dari katoda dan anoda *stainless steel* yang dialiri listrik.



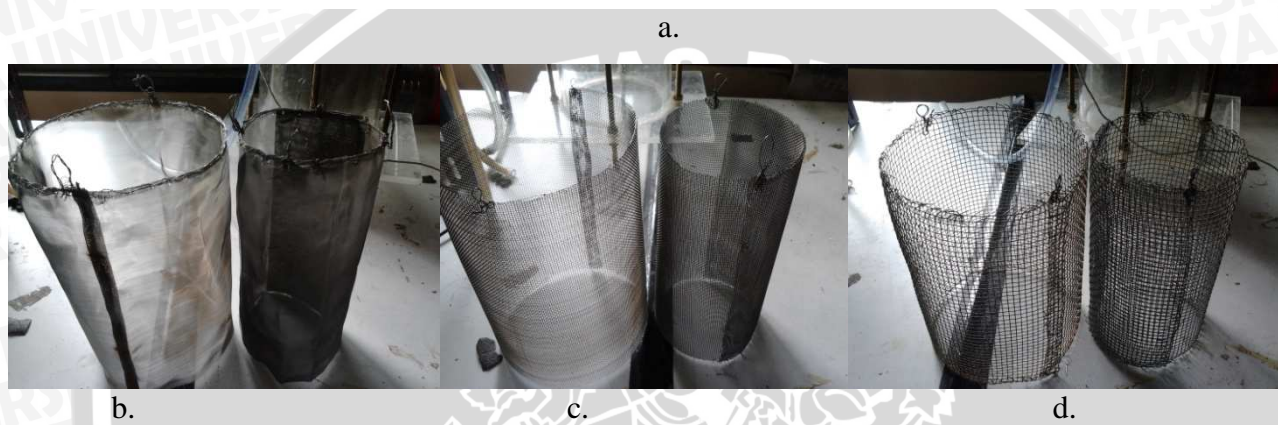
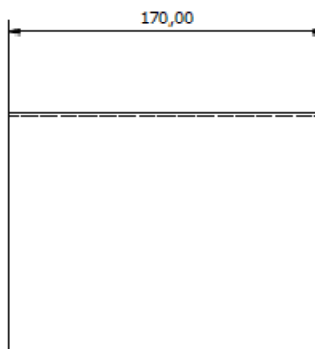
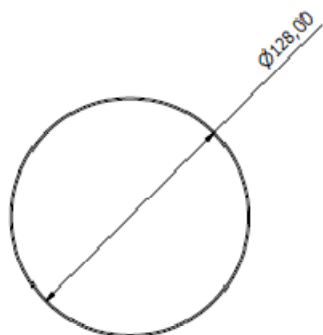
Gambar 3.1 Elektroliser



Gambar 3.2 Desain Elektroliser



Gambar 3.3 Bagian - bagian elektroliser



Gambar 3.4 a) Ukuran elektroda (anoda dan katoda)

- b) Mesh elektroda 150
- c) Mesh elektroda 20
- d) Mesh elektroda 8

Spesifikasi :

- Bentuk Elektroliser : Silinder dengan 2 tabung
- Dimensi Elektroliser : Tabung besar; Keliling : 44 cm ; tinggi : 25 cm  
Tabung kecil; Keliling : 31,4 cm ; tinggi : 25 cm
- Bahan *Casing* : Akrilik
- Tebal *Casing* : 5 mm
- Elektroda : 1 pasang (anoda dan katoda)
- Bahan Elektroda : *Stainless Steel Tipe 304*
- Jenis Elektroda : Silinder
- Berat elektroda : 70 gram

Elektroda *mesh* 150, *mesh* 20, serta *mesh* 8 dibuat massanya sama untuk menghasilkan luas permukaan elektroda yang berbeda sesuai persamaan 2-6 berikut.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2-6)$$

Dimana :

$\rho$  = Massa jenis elektroda *stainless steel* ( sama karena jenisnya sama – sama tipe 304)

$m$  = Massa atau berat elektroda dibuat sama yaitu 70 gram

$v$  = Volum elektroda yang pasti sama karena parameter lainnya sama.

Pada volum yang sama maka luas permukaan elektroda akan berbeda karena diameter kawat elektroda juga berbeda dengan spesifikasi :

- Diameter kawat *stainless steel* mesh 150 : 0,06604 mm
- Diameter kawat *stainless steel* mesh 20 : 0,4064 mm
- Diameter kawat *stainless steel* mesh 8 : 0,7112 mm

Sumber : ISO 3310-1:2000

## 2. Regulator listrik / power supply

Adalah alat untuk menghasilkan sumber listrik DC dari sumber listrik AC yang dapat diatur besaran tegangannya.



Gambar 3.5 Regulator listrik

Spesifikasi :

- Daya : 500 Watt
- Output : DC (Direct Current)
- Input : AC (Alternating Current) 220 V
- ArusMaks. : 25 A
- TeganganMaks. : 20 V

### 3. Gelas Ukur 250 mL

Digunakan untuk mengukur volume alir dari gas Hidrogen dengan volume ukur maksimum 250 mL.



Gambar 3.6 Gelas Ukur 250 mL

### 4. Digital Multitester

Digunakan untuk mengukur tegangan dan arus yang dialirkan menuju elektroliser.



Gambar 3.7 Digital Multitester

Spesifikasi :

- Merk : SANWA
- Tipe : CD800a
- Display : Numeral display 4000
- Frekuensi : 5~100Hz
- DCV : 400mV – 600V

- ACV : 4 -600V
- DCA : 40mV – 400mA
- ACA : 40mA – 400mA
- $\Omega$  : 400m $\Omega$  – 40M $\Omega$
- Baterai : 0.5A/250V

### 5. Digital Thermocouple

Digunakan untuk mengukur temperatur larutan di elektroliser dalam satuan *celcius* ( $^{\circ}\text{C}$ ).



Gambar 3.8 *Digital Thermocouple*

Spesifikasi :

- Merk : KONSTAR
- Tipe : DT266C
- ACA : 20A – 1000A
- ACV : 200V – 750V
- DCV : 200mV – 1000V
- $\Omega$  : 200 $\Omega$  – 2M $\Omega$
- *Temperature* : 0 $^{\circ}\text{C}$ – 750 $^{\circ}\text{C}$ -type *thermocouple*
- Baterai : 9V

### 6. Katup

Digunakan untuk mengatur bukaan aliran gas yang berasal dari elektroliser menuju ke gelas ukur.



Gambar 3.9 Katup

## 7. Kabel

Digunakan untuk sarana mengalirkan listrik dari regulator menuju ke elektroliser.



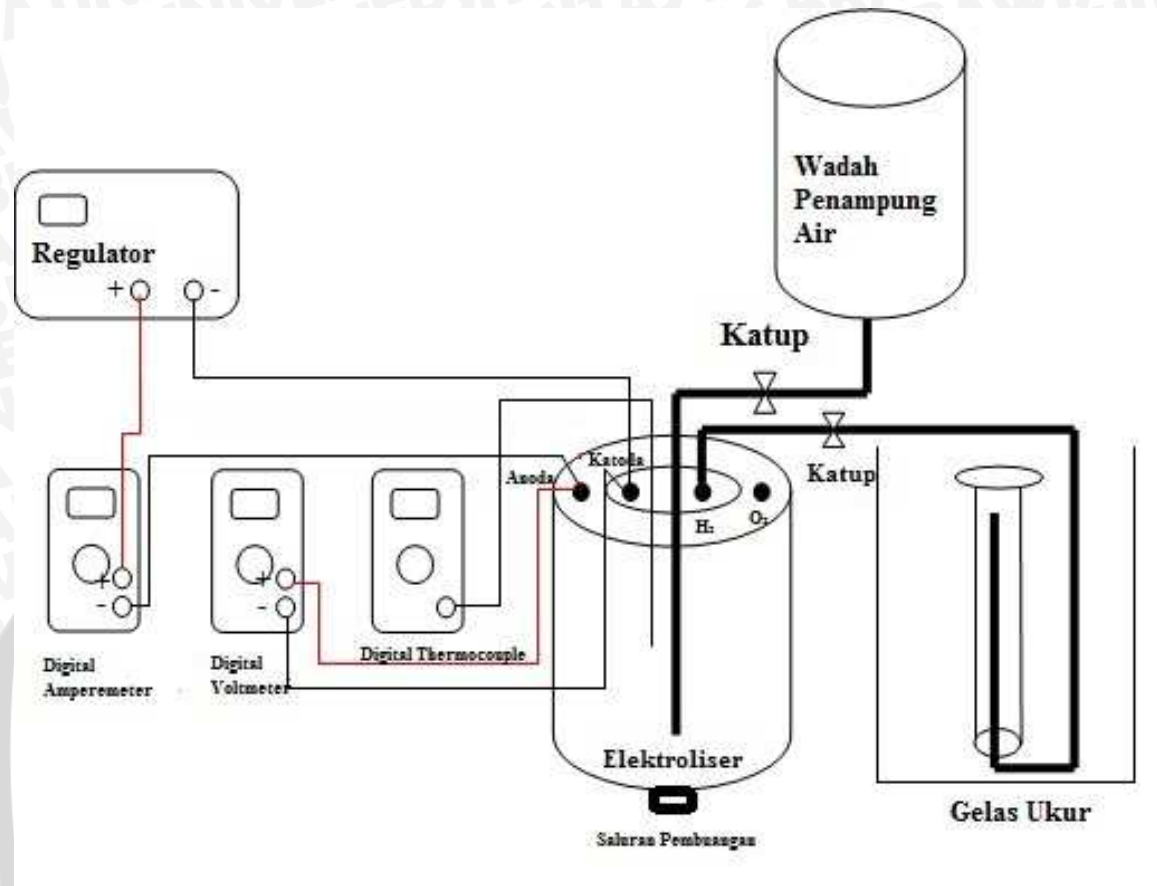
Gambar 3.10 Kabel

Spesifikasi :

- Merk : JEMBO
- Diameter : 10mm
- Jenis : NYAF
- Tegangan : 600/1000V



### 3.5 Instalasi Penelitian



Gambar 3.11 Instalasi Penelitian

### 3.6 Prosedur Penelitian

Langkah - langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari hal – hal yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat menguatkan dalam pengambilan hipotesis serta memperjelas hasil penelitian.

#### 2. Observasi lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk studi terhadap peralatan yang diperlukan dalam penelitian.

#### 3. Pembuatan alat

Pembuatan alat dilakukan dengan mempersiapkan bahan untuk pembuatan elektroliser.

#### 4. Perancangan instalasi

Perancangan instalasi dimulai dengan membuat katoda dan anoda dengan ukuran yang telah ditentukan, pemasangan katoda dan anoda, dan penempatan katoda dan anoda di elektroliser.

#### 5. Pengujian dan pengambilan data

Pengujian dilakukan pada instalasi elektroliser dan pengambilan data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah tegangan, kuat arus, tekanan gas dan laju alir volume gas.

#### 6. Analisa

Analisa pengujian dilakukan dengan menghitung data – data menggunakan rumus kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik.

### 3.7 Prosedur Pembuatan Model

1. Menyiapkan bahan pembuatan elektroliser : *Casing* generator berbahan akrilik bening berukuran tabung besar; keliling : 44 cm ; tinggi : 25 cm serta tabung kecil sebagai separator; keliling : 31,4 cm ; tinggi : 25 cm.
2. Menyiapkan wadah penampung untuk menampung air dengan 2 buah katup untuk mengatur laju air.
3. Membuat *mesh stainless steel* ukuran keliling 44 cm dan tinggi 17 cm dengan variasi *mesh* 8, 20 serta 150.
4. Menyiapkan bahan pembuatan elektroliser: Akrilik berbentuk pelat, tebal 8 mm dengan ukuran 25 cm x 20 cm 2 buah dan 15 cm x 15 cm 1 buah.
5. Kemudian membuat *groove*. Pada pelat akrilik sebagai alas bawah dan atas untuk dinding luar akrilik pada 2 pelat ukuran 25 cm x 20 cm dan alas atas untuk separator akrilik pada pelat 15 cm x 15 cm sesuai ukuran tebal dinding tabung akrilik.
6. Melubangi alas atas yang berupa pelat akrilik ukuran 25 cm x 20 cm sesuai dengan ukuran diameter luar separator akrilik agar separator bias menembus alas atas dari dinding tabung elektroliser.
7. Memasang lubang keluar gas berbahan kuningan dengan diameter ulir 15 mm dan menempatkan pada lubang berdiameter 15mm pada tutup *casing* akrilik tersebut sebagai tempat keluarnya gas.

8. Memasang kait berbahan kuningan dengan diameter ulir 8mm dan menempatkan pada lubang berdiameter 8mm pada tutup *casing* akrilik tersebut sebagai tempat pengait elektroda.
9. Pada *casing* akrilik bening tersebut diberi kaki – kaki pada tiap sisi berjumlah 4 buah.
10. Memasukkan anoda dan katoda ke dalam tabung elektroliser dan mengatur jaraknya agar tidak menyentuh dinding pembatas.
11. Lalu tutuplah dengan menggunakan tutup *casing* akrilik berukuran 15cm x 15 cm tersebut dan memberi baut sebanyak 8 buah masing-masing berukuran 8mm sebanyak 4 buah, lalu 8 mm sebanyak 4 buah untuk mengunci *casing* agar rapat.
12. Melubangi bagian bawah wadah penampung air serta menyambungkannya dengan selang ke bagian atas elektroliser dengan diberi katub sebagai pengisi air pada elektroliser.
13. Menyambungkan lubang keluar gas Hidrogen dengan selang ke gelas ukur 250 ml dengan diberi katub.
14. Elektroliser siap diuji dan digunakan dengan mengalirkan tegangan listrik menuju kedua ujung tembaga positif yang langsung menuju katoda dan negatif yang langsung menuju anoda.

### 3.8 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan menurut langkah - langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan instalasi elektroliser dan regulator dengan besaran tegangan yang telah ditentukan.
2. Pengambilan data pertama menggunakan air biasa sebanyak 3,29 liter dan isilah elektroliser dengan air biasa 3,29 liter.
3. Mengalirkan tegangan dan arus listrik dari regulator dengan dua buah kabel ke instalasi elektroliser, dengan menyalakan tombol *switch* regulator. Besaran tegangan listrik dan arus listrik dapat diukur dengan menggunakan *Digital Multitester*. Besaran tegangan listrik diatur dengan mengatur *switch* putaran pada regulator.
4. Memberikan variasi tegangan listrik sebesar 15V, 16V, 17V, 18V dan variasi fraksi massa katalis  $\text{NaHCO}_3$  sebesar 1,2%; 2,2%; 3,2%; 4,17%; 5,13% pada tiap variasi *mesh*. Data yang diambil berupa volume alir gas per menit, arus listrik, temperatur larutan dalam elektroliser.

5. Untuk contoh pemberian variasi katalis  $\text{NaHCO}_3$  sebesar 1,20 % dalam suatu larutan air akan dijelaskan menggunakan persamaan (2-7). Adapun perhitungan dalam menentukan fraksi massa katalis menggunakan persamaan (2-7) yaitu :

$$\% \text{ Fraksi massa katalis} = \frac{\text{Massa katalis}}{\text{Massa larutan (air + katalis)}} \times 100\% \quad (2-7)$$

Dari data didapatkan bahwa massa katalis  $\text{NaHCO}_3$  sebesar 40 gram.

Massa air =  $\rho$  air x V air

Massa air = 1 gram/ml x 3290 ml = 3290 gram

Sehingga,

$$\% \text{ Fraksi massa katalis} = \frac{40 \text{ gram}}{3290 \text{ gram} + 40 \text{ gram}} \times 100\%$$

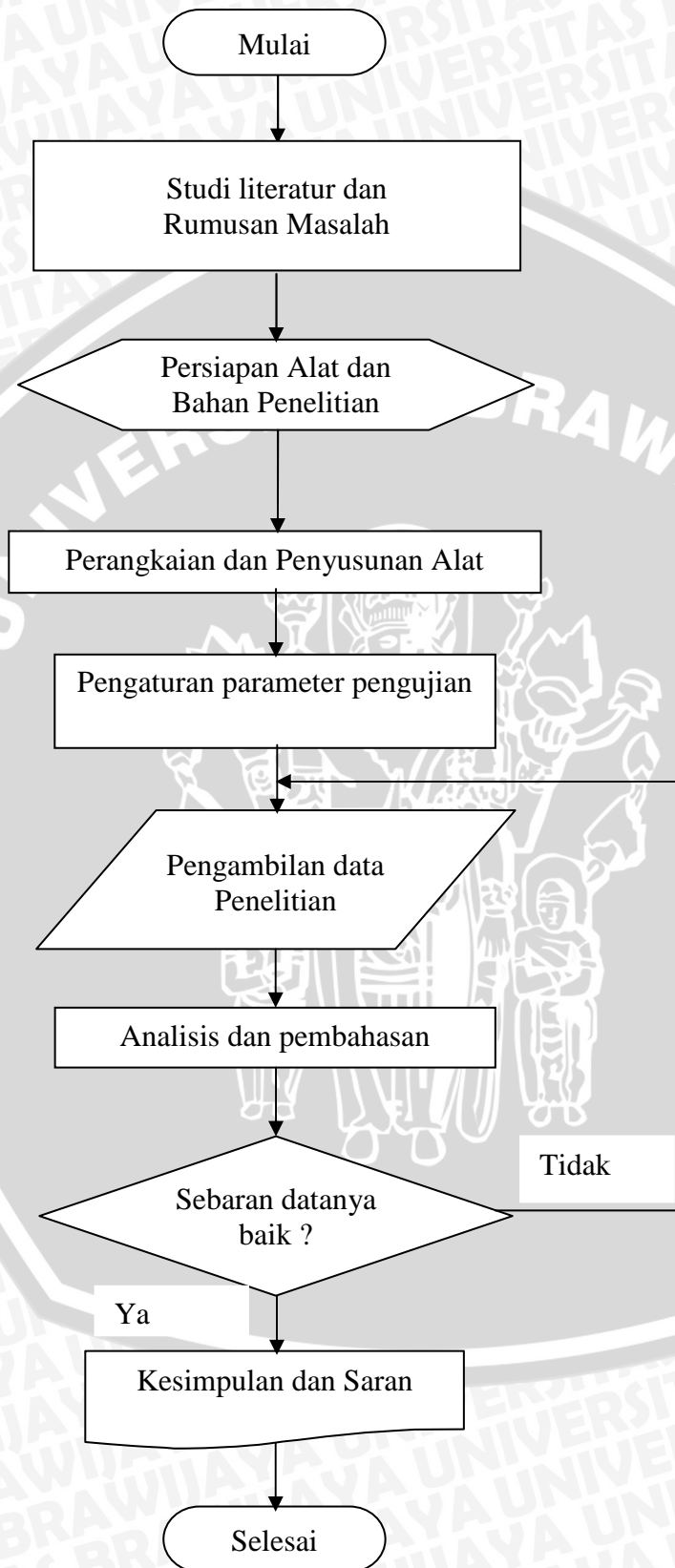
$$\% \text{ Fraksi massa katalis} = \frac{40 \text{ gram}}{3330 \text{ gram}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Fraksi massa katalis} = 1,20\%$$

5. Mengukur temperatur larutan dalam elektroliser dengan *Digital Thermocouple*.
6. Mencatat data volume alir gas Hidrogen yang dihasilkan dengan menggunakan gelas ukur 250 mL.
7. Pengambilan data tiap spesifik tegangan dan fraksi massa dilakukan 5 kali.
8. Pengolahan data untuk mendapatkan efisiensi elektroliser, daya listrik input, hambatan dalam larutan dan temperaturr larutan.

### 3.9 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian