

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental (*experimental research*), yaitu melalui metode eksperimen dengan melaksanakan pengamatan secara langsung sebab akibat dari suatu proses. Dalam penelitian ini, obyek yang diamati adalah pengaruh jarak celah antar pelat dan ketebalan pelat terhadap performansi *electrolyzer* (generator HHO) dalam memproduksi *Brown's gas*.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai dari perengkapan, pembuatan instalasi dan pengambilan data dilaksanakan di Laboratorium Surya dan Energi Alternatif, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya pada bulan Januari 2016 – Maret 2016.

### 3.3 Variabel Penelitian

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

#### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang nilainya ditentukan oleh peneliti dan harganya dapat diubah-ubah dengan menggunakan metode tertentu untuk mendapatkan variabel terikat dari objek penelitian, sehingga dapat diperoleh korelasi antar keduanya. Dalam penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah :

- Jarak celah elektroda yang digunakan adalah 1.5, 1.8, 2 dan 3 mm
- Ketebalan pelat elektroda dan pelat netral yang digunakan adalah 0.3, 1 dan 1.5 mm

#### 2. Variabel Terikat

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

- Tegangan listrik yang dibutuhkan (Volt)
- Daya yang dibutuhkan (Watt)
- Temperatur air sirkulasi (°C)
- Produktivitas *Brown Gas* (l/s)

- Efisiensi *electrolyzer dry cell* (%)

### 3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol merupakan variabel yang nilainya telah ditentukan peneliti dan dikondisikan konstan (tetap) disetiap variasi penelitian yang dilakukan. Variabel terikat pada penelitian ini adalah:

- Volume air pada larutan adalah 2,5 liter atau 2500 ml
- Jenis pelat yang digunakan adalah pelat *Stainless Steel 304L*
- Persentase fraksi massa katalis  $\text{NaHCO}_3$  yang digunakan adalah 1,77% (45 gram)
- Kuat arus (*Ampere*) yang digunakan adalah 10 A
- Suhu lingkungan konstan pada penelitian

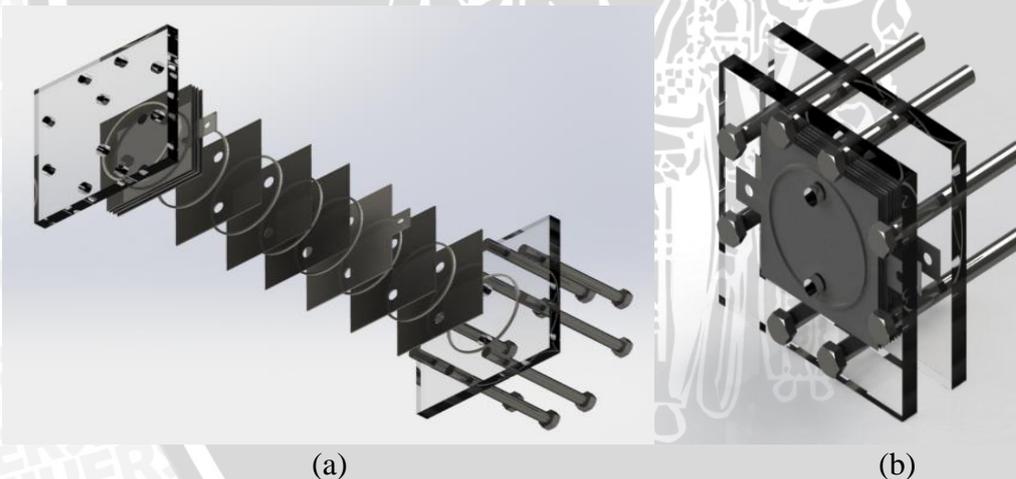
## 3.4 Alat dan Bahan Penelitian

### 3.4.1 Alat Penelitian

Berikut adalah alat-alat utama yang digunakan:

#### 1. *Electrolyzer* (Generator HHO)

Peralatan ini adalah peralatan utama untuk memproduksi gas HHO



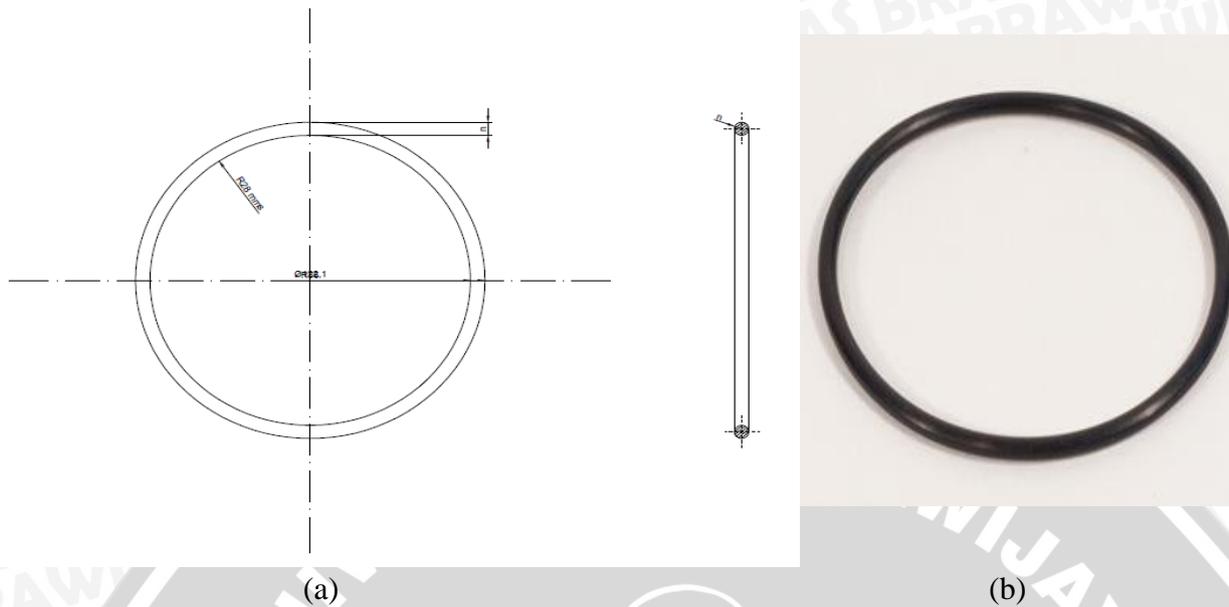
Gambar 3.1 a. Penyusunan Komponen *Electrolyzer* (Generator HHO)  
b. Konstruksi *Electrolyzer* (Generator HHO)

Bagian *Electrolyzer* (generator HHO) tipe *dry cell* :

- Gasket (Sekat)

Di gunakan untuk memberi jarak tertentu antara satu pelat dengan pelat lainnya. Pada penelitian ini gasket (sekat) yang digunakan untuk memberi jarak

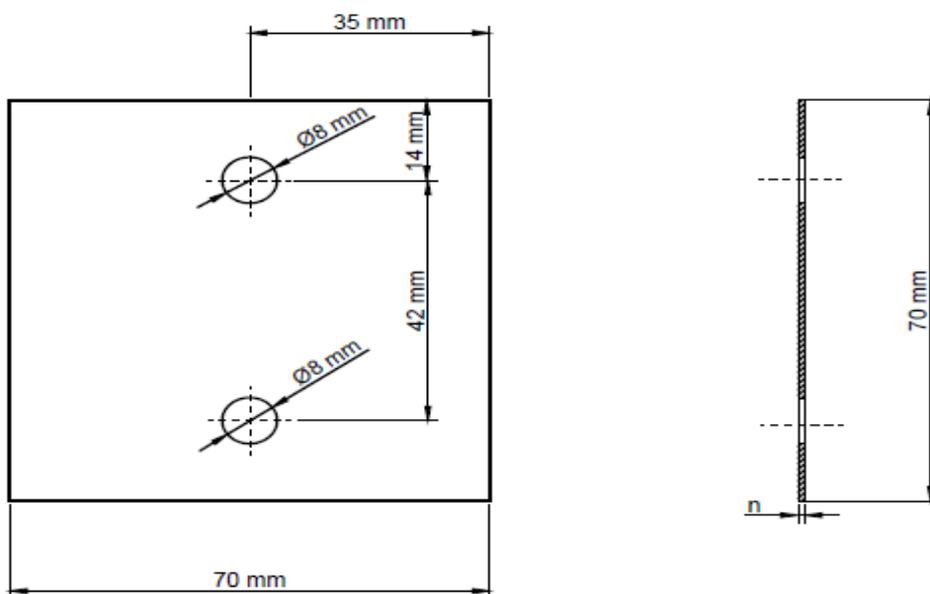
celah antar pelat yaitu menggunakan *O-Ring seal* dengan variasi ketebalan 1.5, 1.8 , 2 dan 3 mm.



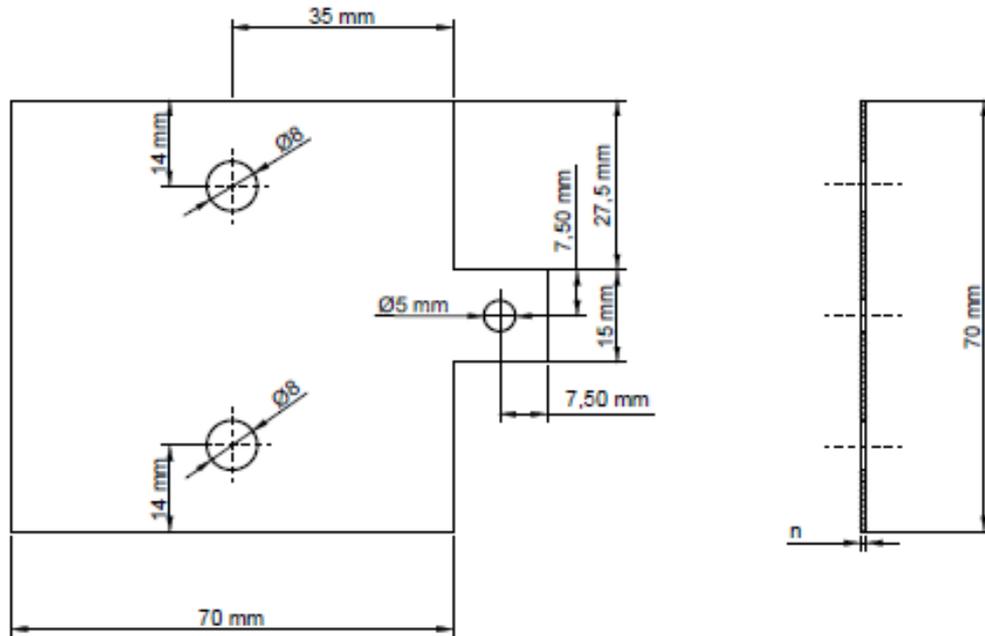
Gambar 3.2 a. Dimensi *O-Ring Seal*  
b. Bentuk Nyata *O-Ring Seal*

➤ Pelat *Stainless Steel 304L*

Pelat jenis ini digunakan sebagai elektroda (katoda dan anoda) dan pelat netral. Bahan pelat yang digunakan adalah *Stainless Steel 304L* dengan pertimbangan bahan ini tidak mudah terkorosi, mudah di dapatkan dan harganya terjangkau.



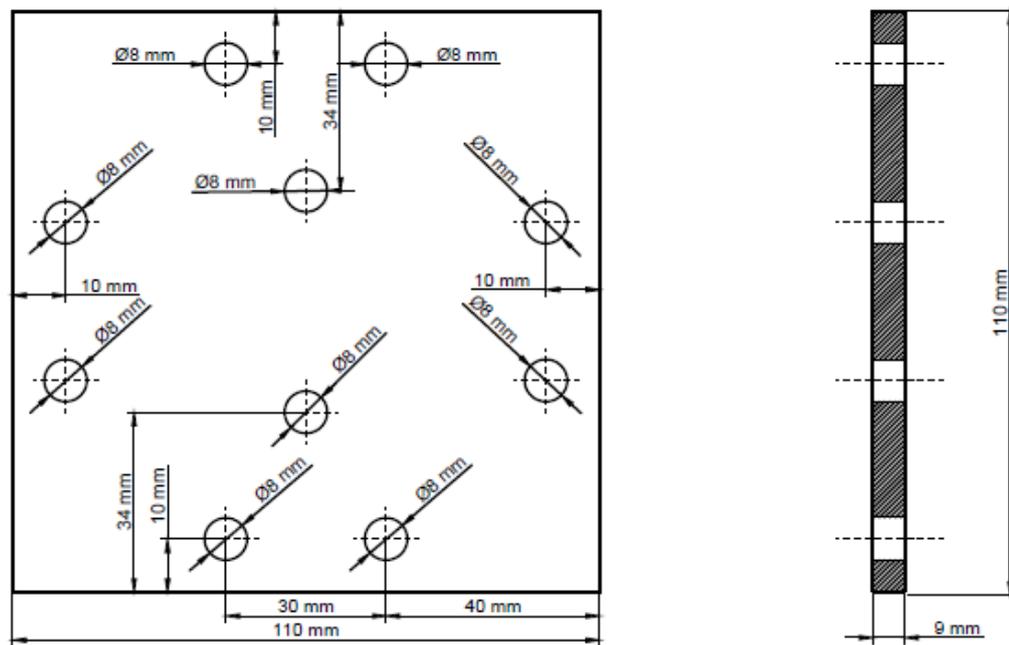
Gambar 3.3 Dimensi Pelat Netral



Gambar 3.4 Dimensi Pelat Elektroda

➤ Akrilik Bening

Akrilik bening digunakan untuk menjepit tumpukan pelat dengan gasket (sekat). Bahan yang digunakan adalah akrilik bening ketebalan 9 mm. dengan akrilik bening di harapkan reaksi larutan yang di elektrolisis akan terlihat.



Gambar 3.5 Dimensi Akrilik Bening



## 2. *Bubbler Box*

*Bubbler Box* merupakan sebuah wadah yang terbuat dari plastik untuk menampung larutan elektrolit (campuran air dengan katalis) sehingga dapat bersirkulasi. Selain itu, *bubbler* juga digunakan sebagai tempat pemisahan antara *Brown's gas* (gas HHO) dengan air setelah melalui proses elektrolisis. Kapasitas *Bubbler box* adalah 2500 ml.



Gambar 3.6 *Bubbler Box*

## 3. Selang

Selang digunakan sebagai media untuk menghubungkan antara *electrolyzer* (generator HHO) dengan *bubbler* serta sebagai tempat bersirkulasinya air dan gas. Selain itu juga selang di gunakan untuk menghubungkan *bubbler* dengan alat ukur volume.

## 4. Kabel

Kabel digunakan untuk mengalirkan listrik dari inverter (*power supply*) menuju ke *electrolyzer* dan digunakan juga dalam penginstalasian kelistrikan. Kabel yang digunakan memiliki spesifikasi jenis NYAF diameter 10 mm dengan tegangan 600/1000 Volt.

## 5. Inverter (*Power Supply*)

Dalam proses elektrolisis air perlu digunakan energi listrik untuk memecah molekul air. Pada penelitian ini digunakan inverter sebagai *power supply* dalam melakukan proses elektrolisis air. Inverter merupakan alat untuk menghasilkan sumber listrik DC dari sumber listrik AC yang dapat diatur besaran kuat arus listrik (I) outputnya. Prinsip kerja dari mesin inverter adalah tegangan AC yang disediakan oleh PLN disearahkan menjadi tegangan DC melalui *dioda bridge* yang merupakan komponen yang terdapat pada mesin inverter.



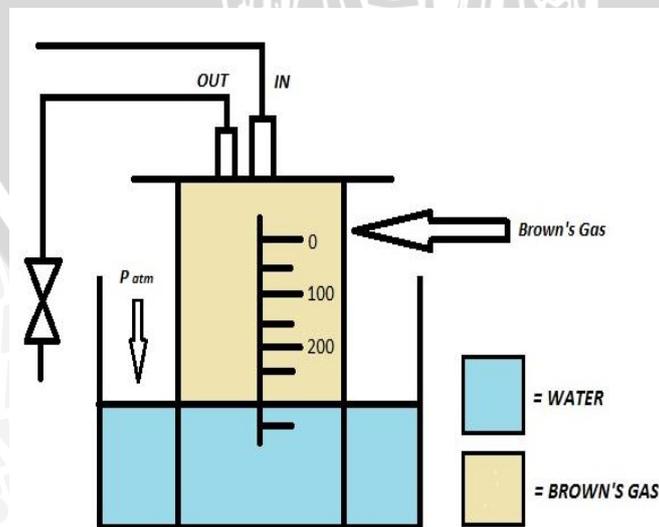
Gambar 3.7 Inverter

Spesifikasi :

- Merk : Lakoni Falcon 120e
- Daya Maksimum : 900 Watt
- Arus Output : 10 – 120 Ampere
- Input : AC (Alternating Current) 220 Volt
- Output : DC (Direct Current)

#### 6. Tabung Ukur Volume

Tabung ukur ini digunakan untuk mengukur volume alir dari *Brown's gas* (gas HHO) dengan volume ukur maksimal 1300 ml. Skala pengukuran yang digunakan adalah setiap 3 mm pada skala menunjukkan volume *Brown's gas* yang dihasilkan sebesar 5 ml.



Gambar 3.8 Skema Pengukuran Volume dengan Tabung Ukur Volume

### 7. Digital Multitester

Digunakan untuk mengukur tegangan (*voltage*) yang dialirkan menuju *electrolyzer* (generator HHO).



Gambar 3.9 Digital Multitester

Spesifikasi :

- Merk : SANWA
- Tipe : CD800a
- Display : Numeral display 4000
- Frekuensi : 5~100Hz
- DCV : 400mV – 600V
- ACV : 4 -600V
- DCA : 40mA – 400mA
- ACA : 40mA – 400mA
- $\Omega$  : 400m $\Omega$  – 40M $\Omega$
- Baterai : 0.5A/250V

### 8. Stopwatch

Digunakan untuk mengukur rentang waktu saat pengambilan data setiap pengambilan data.

### 9. Digital Thermocouple

Digunakan untuk mengukur temperatur larutan pada *electrolyzer* (generator HHO) dan dinyatakan dalam satuan *Celcius* ( $^{\circ}\text{C}$ ). *Thermocouple* yang digunakan adalah tipe K. Sensor tipe K diletakkan pada bagian dalam selang keluar *electrolyzer* untuk mengukur temperatur larutan setelah melalui proses elektrolisis.



Gambar 3.10 *Digital Thermocouple*

Spesifikasi :

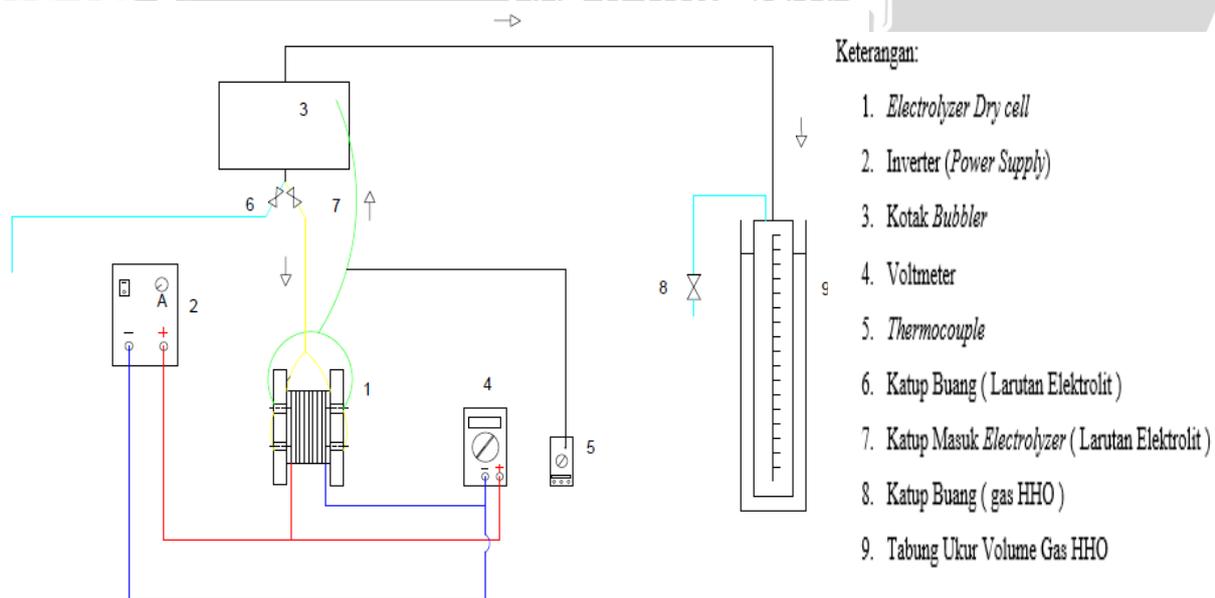
- Merk : KRISBOW
- Tipe : KW06-276
- Temperature :  $0^{\circ}\text{C} - 750^{\circ}\text{CK}$ - type thermocouple
- Baterai : 9 Volt

### 3.4.2 Bahan Penelitian

Pada penelitian ini bahan yang digunakan untuk larutan yang terdiri dari katalis  $\text{NaHCO}_3$  (Natrium Bikarbonat) sebesar 45 gram dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) untuk pelarut sebesar 2500 ml atau 2,5 liter.

### 3.5 Instalasi Penelitian

Instalasi penelitian merupakan konsep perakitan antara *electrolyzer dry cell* (generator HHO) dengan alat penunjang lainnya seperti Inverter, *Bubbler* dan alat ukur. Skema instalasi dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.11 Instalasi Alat 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 hipotesa serta memperjelas hasil penelitian.

#### 2. Observasi lapangan

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

#### 3. Perancangan alat dan instalasi

Perancangan alat dilakukan dengan merencanakan *design electrolyzer* tipe *dry cell* dan instalasi penelitian yang digunakan.

#### 4. Pembuatan alat dan instalasi

Pembuatan alat dilakukan dengan mempersiapkan material untuk membuat *electrolyzer dry cell* yang terbuat dari pelat *Stainless Steel 304L* dan akrilik bening sebagai *casing*. Sedangkan pembuatan instalasi dengan mempersiapkan *bubbler box*, tabung ukur volume, inverter, alat ukur *voltage* dan *digital thermocouple*, serta selang sebagai penghubungnya.

#### 5. Pengujian dan pengambilan data

Pengujian dilakukan pada instalasi *electrolyzer dry cell* (generator HHO) dan pengambilan data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah tegangan, temperatur, volume *Brown's gas* dan produktivitas *Brown's gas*.

#### 6. Analisa

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

### 3.7 Prosedur Pembuatan Model

Berikut adalah prosedur pembuatan model:

1. Siapkan bahan pembuatan *electrolyzer dry cell* : *Casing electrolyzer* berbahan akrilik bening berukuran 110 mm x 110 mm dengan ketebalan akrilik 9 mm, pelat elektroda dan pelat netral berbahan *Stainless Steel 304L* dengan tebal 0.3, 1 dan 1.5 mm, selang bening, sekat *O-Ring* dengan diameter 5,6 cm dan ketebalan 1.5, 1.8, 2, dan 3 mm , *nozzle* kuningan berdiameter 8 mm, mur dan baut serta *bubbler box* berkapasitas 2.5 liter.

2. Buat lubang pada *casing electrolyzer* berukuran 110 mm x 110 mm tersebut sebanyak 10 buah lubang. Masing-masing diameter lubang berukuran 8 mm.
3. Berilah *nozzle* berbahan kuningan dengan diameter ulir 8 mm dan tempatkan pada lubang berdiameter 8 mm pada tengah *casing* akrilik tersebut sebagai tempat keluarnya gas dan masuknya air sebanyak 4 buah.
4. Potonglah *Stainless Steel* 304L berukuran 70 mm x 70 mm sebanyak 8 buah untuk pelat netral dan 70 x 85 mm sebanyak 2 buah untuk pelat elektroda.
5. Lubangi *Stainless Steel* 304L dengan diameter berukuran 8 mm sebanyak 2 buah setiap pelatnya.
6. Susunlah *casing* dan *Stainless Steel* 304L secara sejajar dengan memberikan karet *O-Ring* disela – sela antara akrilik dan *Stainless Steel* 304L.
7. Kencangkan susunan akrilik dan *Stainless Steel* 304L dengan menggunakan mur dan baut pada setiap sisi yang telah dilubangi.
8. *Electrolyzer* telah siap diuji dan digunakan dengan mengalirkan tegangan listrik menuju kedua ujung elektroda *Stainless Steel* 304L positif yang langsung menuju katoda dan negatif yang langsung menuju anoda.

### 3.8 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

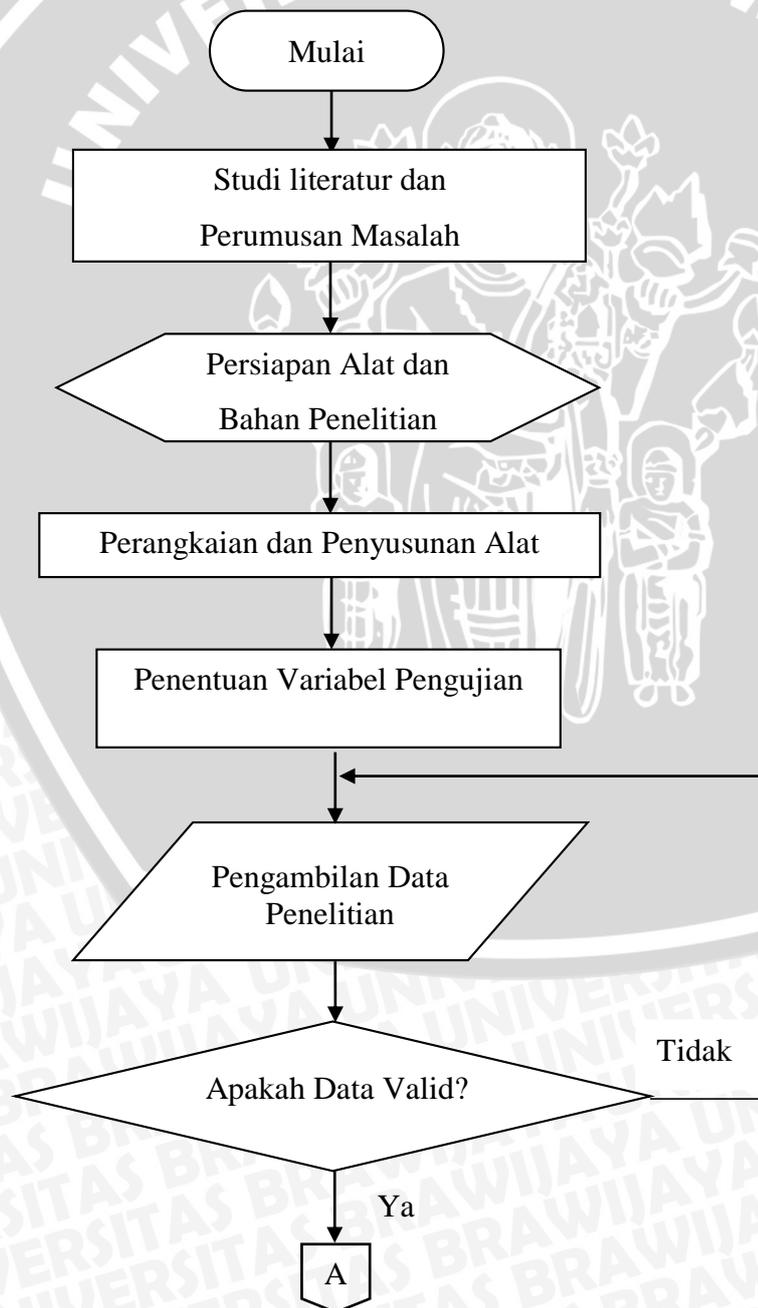
Pelaksanaan penelitian dapat dilihat sebagai berikut:

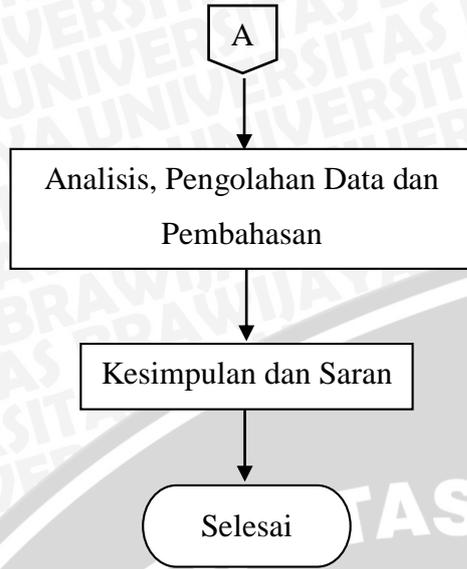
1. Persiapkan semua peralatan yang dibutuhkan
2. Susun rangkaian instalasi penelitian sesuai dengan skema instalasi, pada *electrolyzer* gunakan *O-ring* sesuai dengan ketebalan 1.5 mm sebagai sekat pada pelat elektroda dan pelat netral dengan ketebalan 0.3 mm. Rangkai *casing*, *O-ring* serta pelat dan kencangkan dengan baut serta mur.
3. Campur air 2500 ml dengan katalis  $\text{NaHCO}_3$  sebesar 45 gram, lalu masukkan larutan tersebut ke dalam *bubbler* dan tutup *bubbler* hingga rapat
4. Sambungkan sumber tegangan pada inverter (*power supply*) dengan pelat elektroda pada *electrolyzer*.
5. Hidupkan inverter, atur pada arus listrik yang digunakan sebesar 10 Ampere
6. Tiap 10 sekon lakukan pencatatan suhu, tegangan DC dan volume alir *Brown's Gas* yang dihasilkan menggunakan tabung ukur volume sampai tabung terisi penuh
7. Turunkan arus listrik hingga nol lalu matikan inverter
8. Buang air sisa elektrolisis, bersihkan *bubbler* dan *electrolyzer* dengan cara melepas baut pengencangnya. Bersihkan setiap lembaran pelat dan *O-Ring* yang digunakan

9. Ulangi langkah 2 sampai langkah 9 dengan menggunakan O-Ring dengan ketebalan 1,8 mm, 2 mm dan 3 mm pada masing-masing pelat elektroda dan pelat netral dengan ketebalan pelat netral dan elektroda 1 mm dan 1.5 mm. Kencangkan rangkaian *electrolyzer* dengan baut dan mur.
10. Melakukan analisa dan pengolahan terhadap data hasil yang diperoleh dari proses elektrolisis air untuk mendapatkan efisiensi *electrolyzer*, produktivitas *Brown's gas* yang dihasilkan, daya yang dibutuhkan *electrolyzer* serta temperatur larutan elektrolit pada saat proses elektrolisis berlangsung.

### 3.10 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian yang akan dilakukan:





Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian

