

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode penelitian eksperimental (*eksperimental reseach*), yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data sebab dan akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui pengaruh variasi penambahan pelat terhadap produksi *Brown's Gas* pada generator HHO tipe *dry cell*.

### 3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Pembuatan model dan perlengkapan instalasi dilakukan di :

- Laboratorium Surya dan Energi Alternatif Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya pada bulan Februari 2016 – Maret 2016.

Penelitian ini dilakukan di :

- Laboratorium Surya dan Energi Alternatif Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya pada bulan Maret 2016 – April 2016.

### 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 :

- Jumlah pelat :
  - a. Tipe a : 2, 4, 6 dan 8 buah pelat netral.
  - b. Tipe b (1 buah pelat pada masing-masing sisi elektroda): 2, 4, 6 dan 8 buah pelat netral.
  - c. Tipe c (2 buah pelat pada masing-masing sisi elektroda): 2, 4, 6 dan 8 buah pelat netral.

## 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 (produksi gas HHO)
- Tegangan listrik
- Temperatur larutan

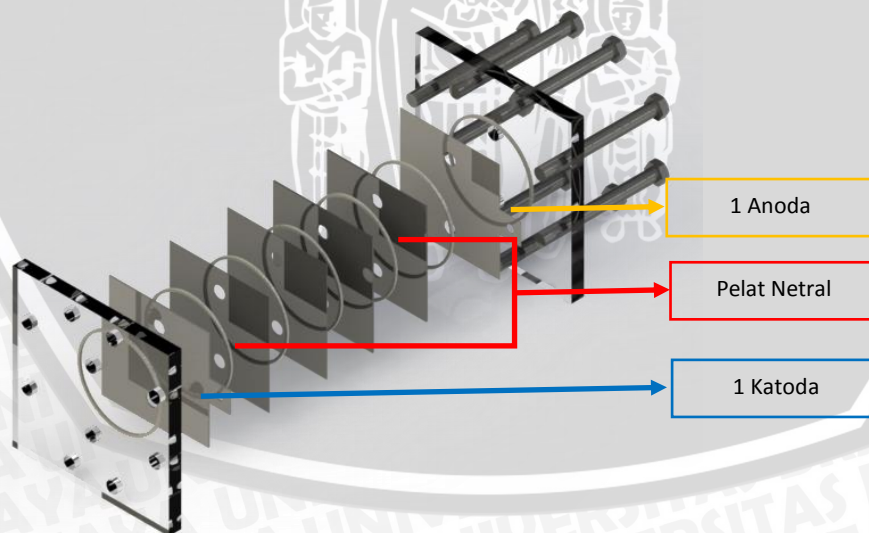
## 3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya ditentukan oleh peneliti dan dikondisikan konstan. Variabel terkontrol yang digunakan pada penelitian ini adalah larutan yang digunakan adalah  $\text{NaHCO}_3$  1,77% dan arus listrik yang digunakan dijaga konstan sebesar 10A.

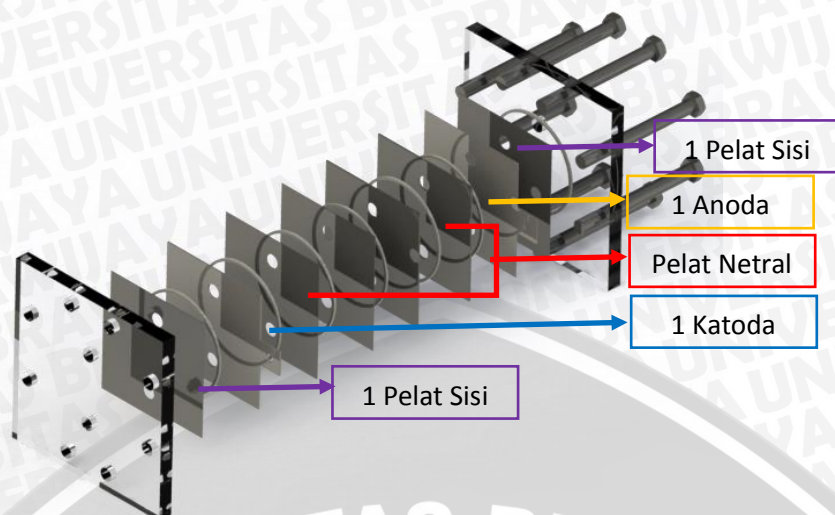
### 3.4 Alat-alat yang digunakan

#### 1. Elektroliser

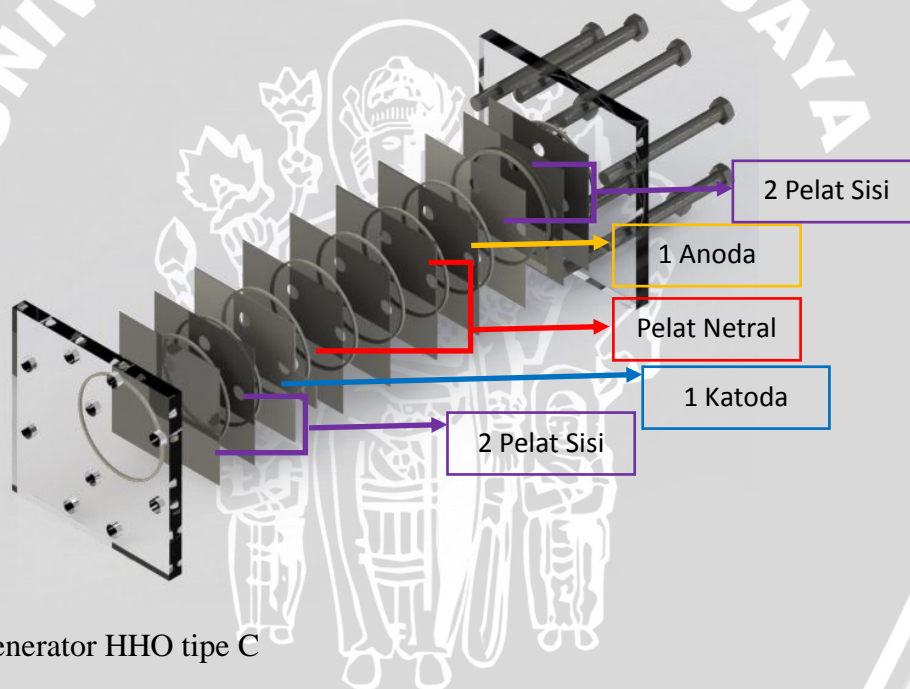
Adalah alat yang digunakan untuk menghasilkan gas HHO dalam proses elektrolisis air dan di dalamnya terdapat elektroda yang terdiri dari katoda dan anoda dengan tebal pelat 1 mm dan tebal karet o-ring 1.5 mm.



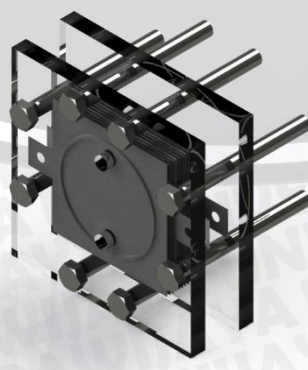
Gambar 3.1 Generator HHO tipe A



Gambar 3.2 Generator HHO tipe B



Gambar 3.3 Generator HHO tipe C

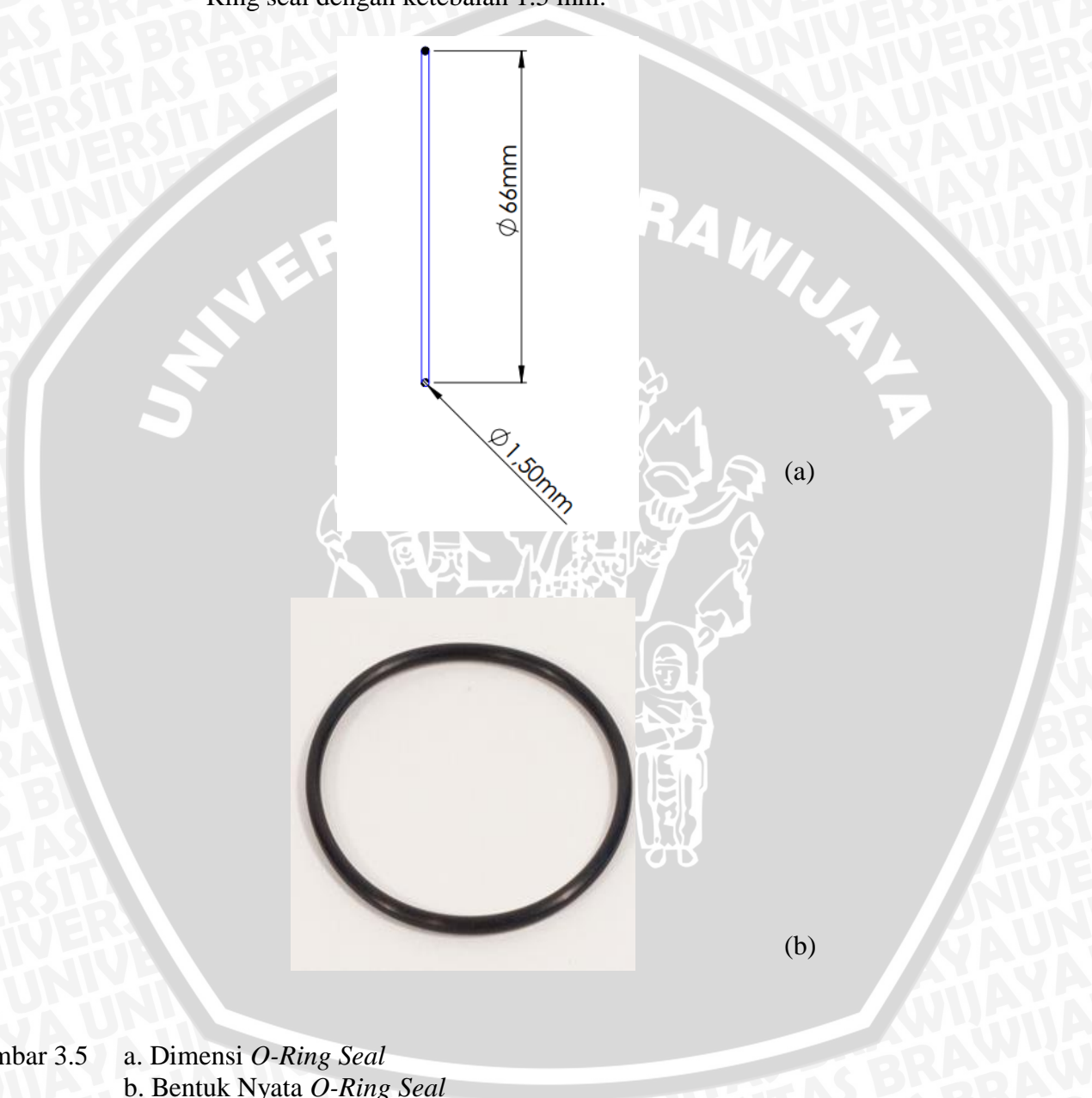


Gambar 3.4 Rangkaian Generator HHO

Bagian 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 antar pelat yaitu menggunakan O-Ring seal dengan ketebalan 1.5 mm.

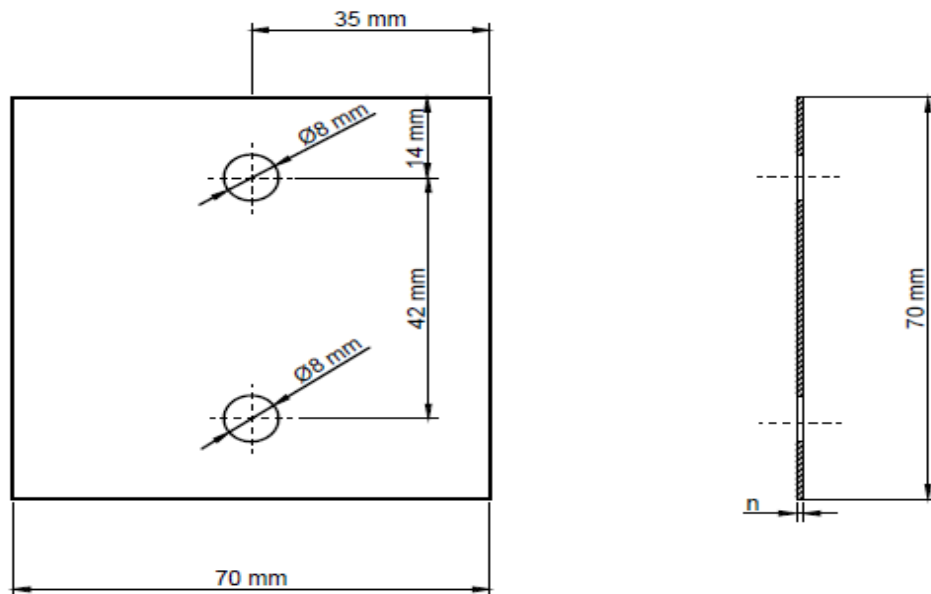


Gambar 3.5 a. Dimensi *O-Ring Seal*  
b. Bentuk Nyata *O-Ring Seal*

➤ Plat *Stainless Steel 304L*

Plat 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

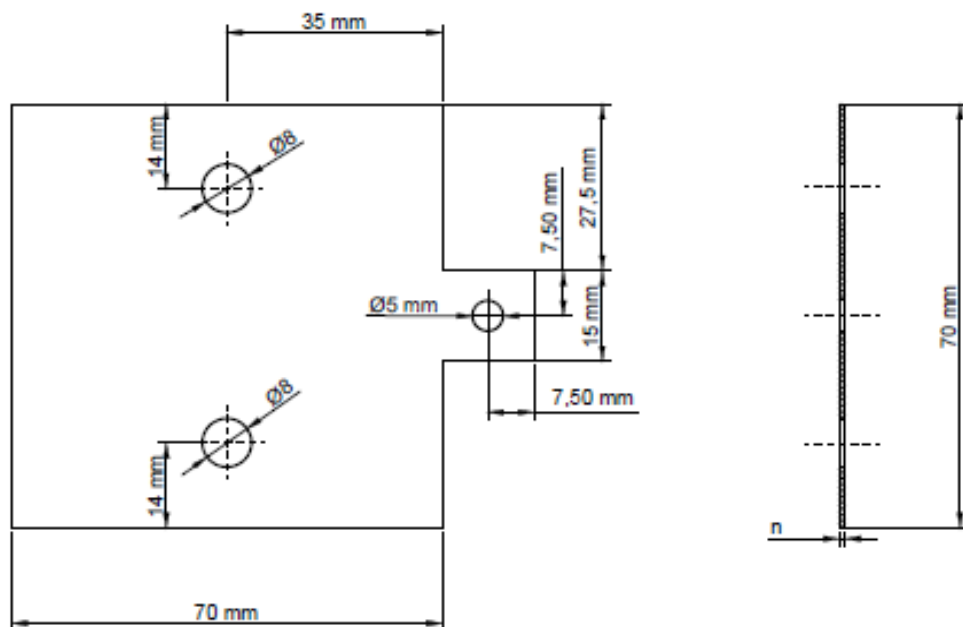
di dapatkan di pasaran dan harganya terjangkau sehingga tujuan dari penelitian ini yang nantinya agar dapat digunakan kepada masyarakat dapat tercapai.



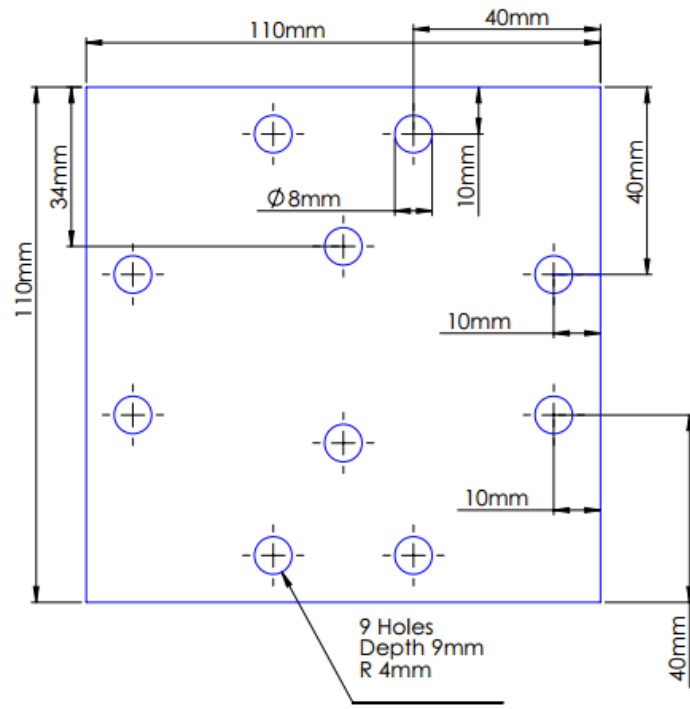
Gambar 3.6 Dimensi Pelat Netral dan Pelat Sisi Elektroda

➤ **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 3.7 Dimensi Pelat Elektroda



Gambar 3.8 Dimensi Akrilik Bening

2. *Stopwatch*

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

3. *Selang Air*

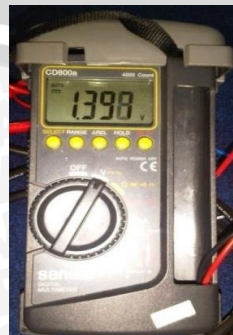
Digunakan sebagai tempat sirkulasi air yang akan dipindahkan dari penampung air ke *elektroliser* dan menuju kotak penampungan kembali.

4. *Kabel*

Digunakan sebagai pengalir listrik dengan merk JEMBO diameter 10 mm, berjenis NYAF dengan tegangan 600/1000V

5. *Digital Multitester*

Digunakan untuk mengukur tegangan dan arus yang dialirkan menuju elektroliser.



Gambar 3.9 *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

6. Tabung Ukur Volume

Tabung ukur ini digunakan untuk mengukur volume alir dari *Brown's gas* (gas HHO) dengan volume ukur maksimal 1300 ml.



Gambar 3.10 Tabung Ukur Volume

7. Kotak Penampung Air

Kotak ini digunakan untuk menampung air yang akan digunakan sebagai media elektrolisis.



Gambar 3.11 Kotak Penampung Air

### 8. Inverter

Adalah alat untuk menghasilkan sumber listrik DC dari sumber listrik AC yang dapat diatur besaran kuat arus listrik (I) outputnya. Prinsip kerja dari inverter adalah tegangan AC yang disediakan oleh PLN disearahkan menjadi tegangan DC melalui *dioda bridge* yang merupakan komponen yang terdapat pada inverter.



Gambar 3.12 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)

### 9. Digital Thermocouple

Digunakan untuk mengukur temperatur larutan pada elektroliser (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 elektroliser untuk mengukur temperatur larutan setelah melalui proses elektrolisis.



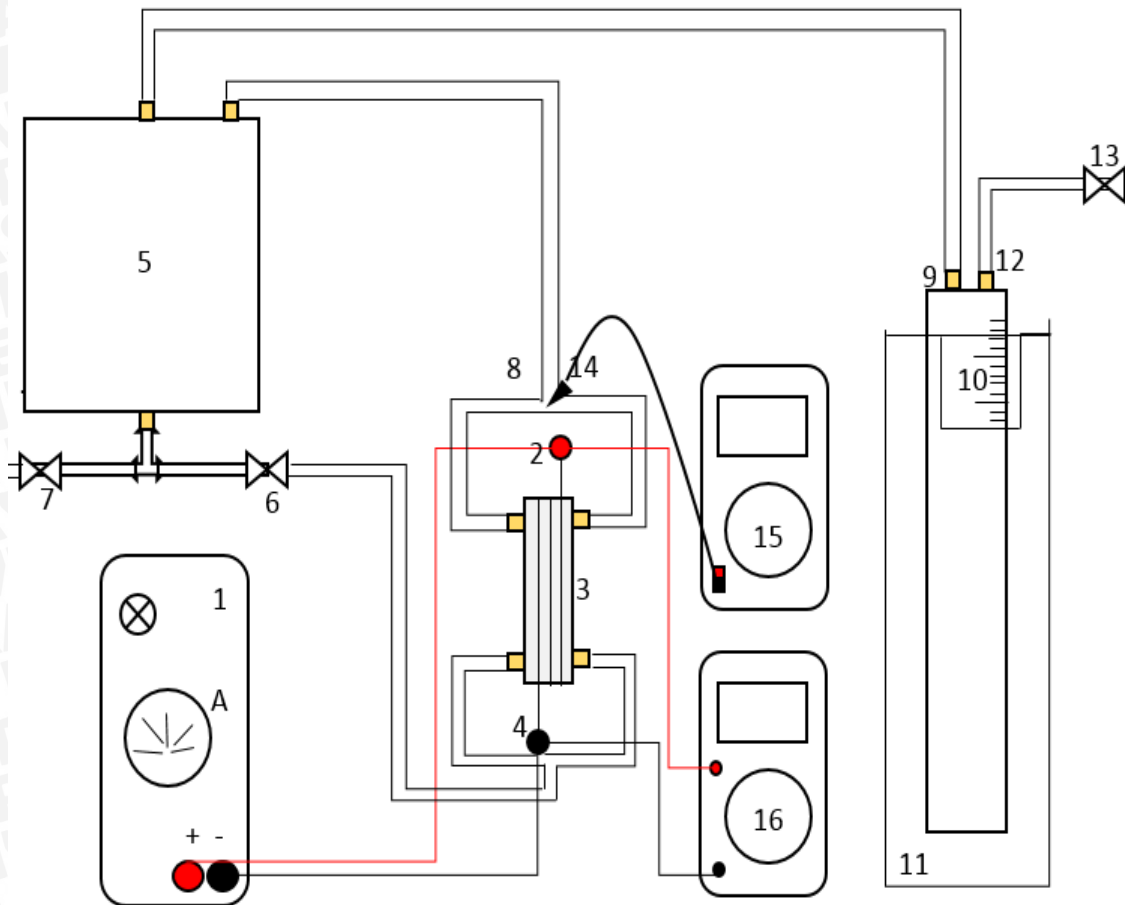


Gambar 3.13 *Digital Thermocouple*

Spesifikasi :

- Merk : KRISBOW
- Tipe : KW06-276
- ACA : 20A – 1000A
- ACV : 200V – 750V
- DCV : 200mV – 1000V
- $\Omega$  : 200 $\Omega$  – 2M $\Omega$
- *Temperature* : 0°C– 750°C K-type thermocouple
- Baterai : 9V

### 3.5 Instalasi Penelitian



Keterangan :

- |   |                               |    |                          |
|---|-------------------------------|----|--------------------------|
| 1 | : Inverter                    | 9  | : Input tabung pengukur  |
| 2 | : Anoda                       | 10 | : Tabung pengukur        |
| 3 | : Elektroliser                | 11 | : Tampungan air pengukur |
| 4 | : Katoda                      | 12 | : Saluran gas output     |
| 5 | : Wadah penampung air         | 13 | : Katup pembuangan gas   |
| 6 | : Katup input elektroliser    | 14 | : Termocouple            |
| 7 | : Katup penguras air          | 15 | : Digital termocouple    |
| 8 | : Saluran output elektroliser | 16 | : Digital Multitester    |

Gambar 3.14 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, volume gas dan temperatur larutan.

6. Analisis

Analisis 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 generator HHO tipe *dry cell* : *Casing* elektroliser berbahan akrilik bening berukuran 11 cm x 11 cm dengan ketebalan akrilik 9 mm, pelat elektroda dan pelat netral berbahan *stainless steel* 304L, selang bening, sekat *O-Ring* dengan diameter 5,6 cm, mur dan baut berdiameter 12 mm serta *bubbler* kotak berkapasitas 2,5 liter.
2. Lubangi *casing* elektroliser berukuran 11 cm x 11 cm 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 7cm x 7cm.
5. Lubangi *Stainless Steel* 304L dengan diameter berukuran 8mm sebanyak 2 buah setiap pelatnya.

6. Susunlah sesuai tipe generator HHO dan jumlah pelat netral, *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. *Electrolyzer* telah siap diuji dan digunakan.

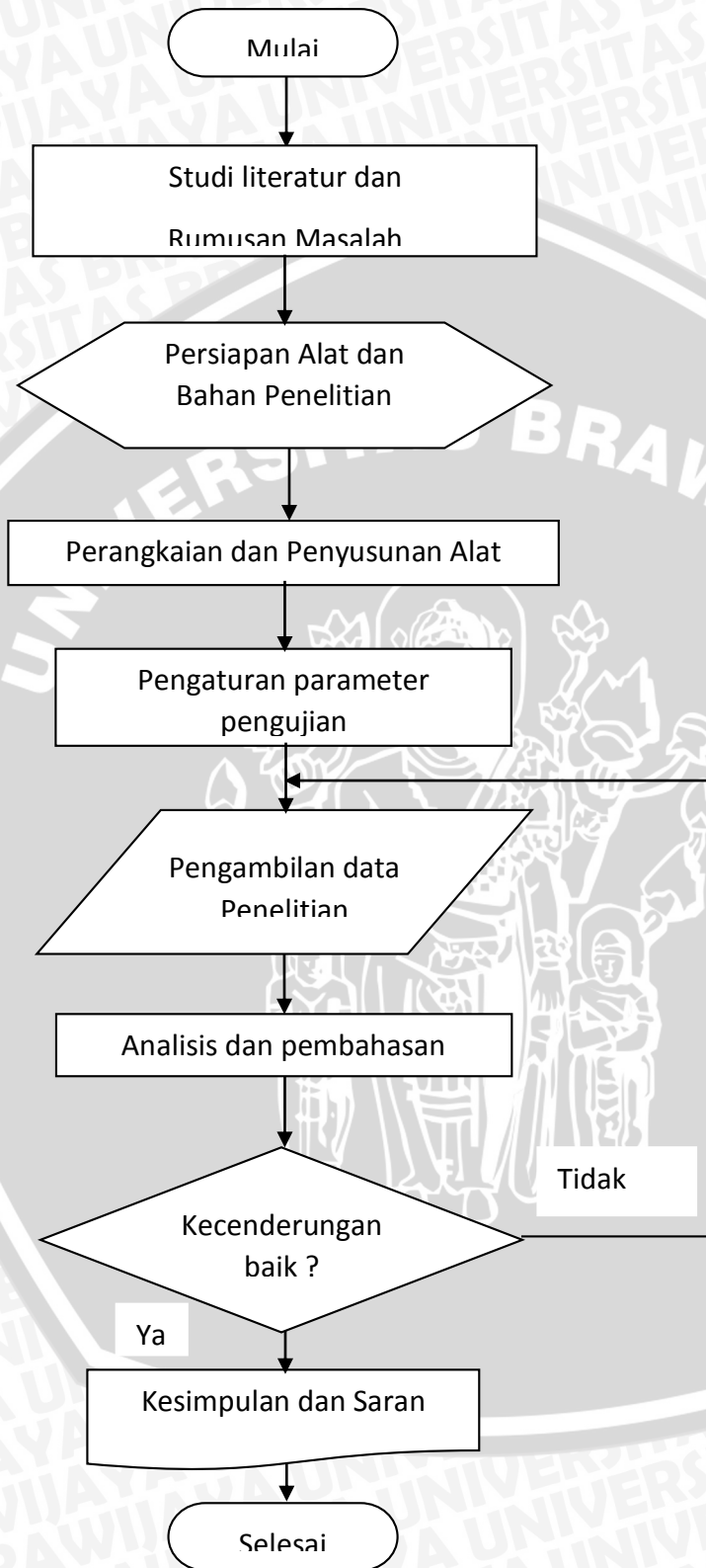
### 3.8 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan menurut langkah - langkah sebagai berikut:

1. Menyiapkan instalasi elektroliser sesuai tipe generator HHO dan jumlah pelat netralnya serta inverter dengan besaran arus 10A yang telah ditentukan.
2. Pengambilan data menggunakan larutan  $\text{NaHCO}_3$  1,77% yaitu dengan cara melarutkan serbuk 45 gram  $\text{NaHCO}_3$  kedalam 2,5 liter air.
3. Mengalirkan arus listrik dari inverter dengan dua buah kabel ke instalasi elektroliser, dengan menyalakan tombol *switch* inverter. Besaran tegangan listrik dapat diukur dengan menggunakan *Digital Multitester*. Besaran arus listrik diatur dengan mengatur *switch* putaran pada inverter.
4. Memberikan variasi jumlah plat sebesar netral sebesar 2, 4, 6 dan 8 pada generator HHO tipe A, B, C. Data yang diambil berupa volume alir gas setiap 10 second, tegangan listrik, temperatur larutan yang mengalir di dalam saluran output elektroliser.
5. Mengukur temperatur larutan yang mengalir di saluran output elektroliser dengan *Digital Thermocouple* setiap 10 second.
6. Mencatat data volume alir gas Hidrogen yang dihasilkan dengan menggunakan gelas ukur setiap 10 second sampai gelas ukur terisi penuh .
7. Pengambilan data tiap spesifik jumlah plat dilakukan 3 kali.
8. Pengolahan data untuk mendapatkan efisiensi elektroliser, daya listrik input dan temperatur larutan.

### 3.9 Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah diagram alir penelitian yang akan dilakukan:



Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian