

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental nyata (*true experimental research*) yaitu peneliti langsung melakukan pengamatan ke objek yang akan diteliti agar memperoleh data empiris melalui sebuah eksperimen. Dalam hal ini objek yang diamati adalah peforma dari *electrolyzer dry cell* untuk menghasilkan produktivitas dan efisiensi terbaik berdasarkan variabel yang telah ditentukan yaitu arus listrik, fraksi massa katalis NaHCO_3 dan jarak celah elektroda.

3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Perakitan alat, perlengkapan instalasi dan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Surya dan Energi Alternatif, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya pada bulan Mei – Oktober 2013.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan nilainya dapat diubah-ubah dengan metode tertentu untuk mendapatkan nilai variabel terikat dari obyek penelitian, sehingga dapat diperoleh hubungan antara keduanya (Bahrudin,2012). Pada penelitian ini variabel bebas yang digunakan adalah:

- Variasi Ampere 3A, 5A, 6A, 8A, 10A
- Variasi fraksi massa NaHCO_3 yang digunakan adalah 0.398%, 0.596%, 0.793%, 0.99%, 1.18%, 1.38%, 1.58%
- Variasi jarak antar pelat yaitu, 1mm, 1.25mm, 1.5 mm, 2mm

2. Variabel Terikat

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

- Tegangan listrik
- Laju alir *Brown's gas* (Produktivitas)

- Temperatur air sirkulasi
- Daya
- Hambatan
- Efisiensi *electrolyzer dry cell*

3. Variabel Terkontrol

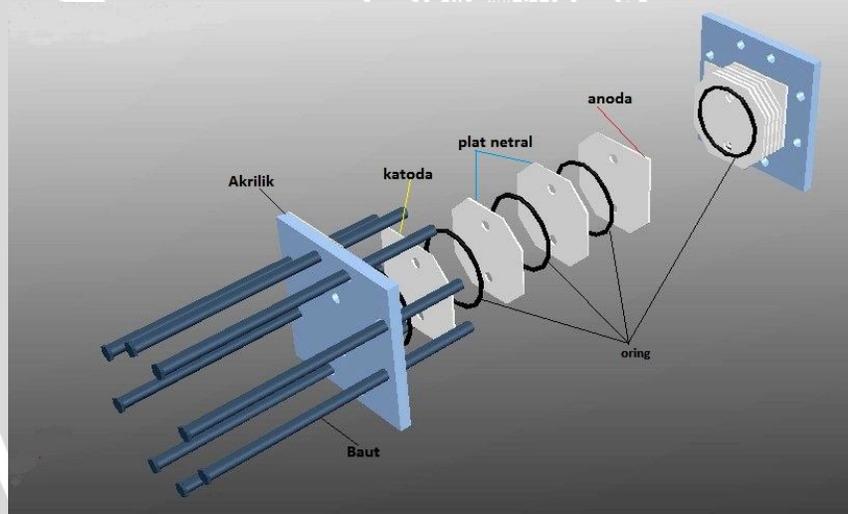
Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya ditentukan dan dikondisikan tetap disetiap variasi penelitiannya. Pada penelitian ini yang dijadikan variabel terkontrol adalah:

1. Volume aquadest dalam setiap larutan 2500 ml

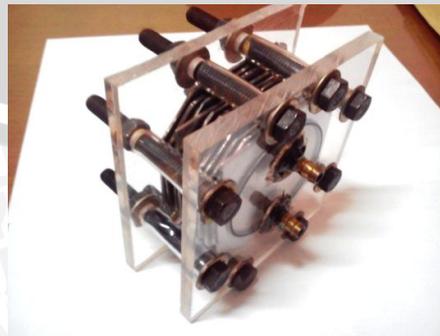
3.4 Peralatan dan Bahan Penelitian

1. *Electrolyzer dry cell*

Merupakan alat yang digunakan untuk proses elektrolisis air dan menghasilkan *Brown's gas*.



Gambar 3.1 Penyusunan komponen *electrolyzer*

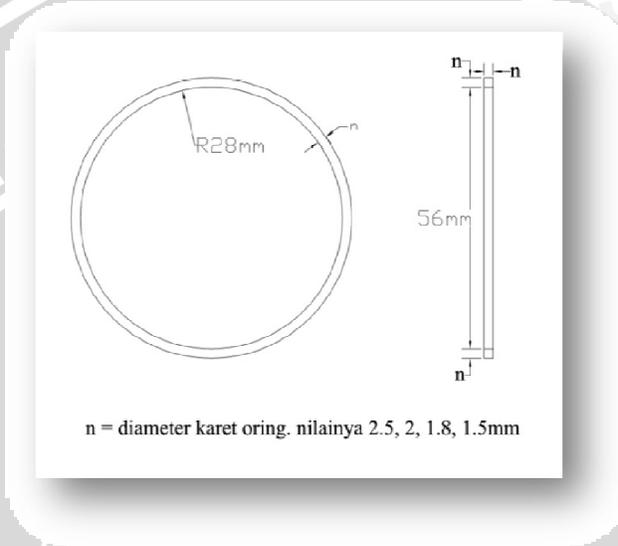


Gambar 3.2 *Electrolyzer dry cell*

Bagian *Electrolyzer dry cell* :

➤ Karet O-ring

Digunakan untuk mensekat antar pelat dengan jarak tertentu. Ketebalan karet O-ring yang menyatakan jarak antar pelat tersebut digunakan pada variabel bebas sebagai celah elektroda. Ketebalan karet O-ring yang digunakan 2.5mm (variasi 2mm), 2mm (variasi 1.5mm), 1.8mm (variasi 1.5mm), dan 1.5mm (variasi 1mm).



(a)

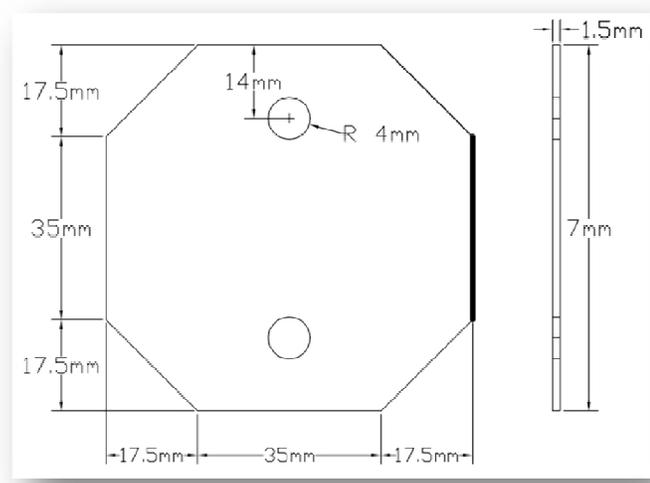


(b)

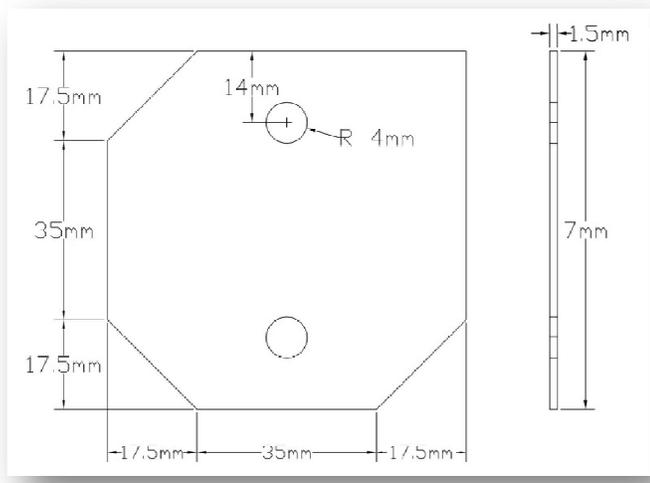
Gambar 3.3 : a. Ukuran karet O-ring
b. Posisi karet O-ring

➤ Pelat *stainless steel 304*

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



(a)

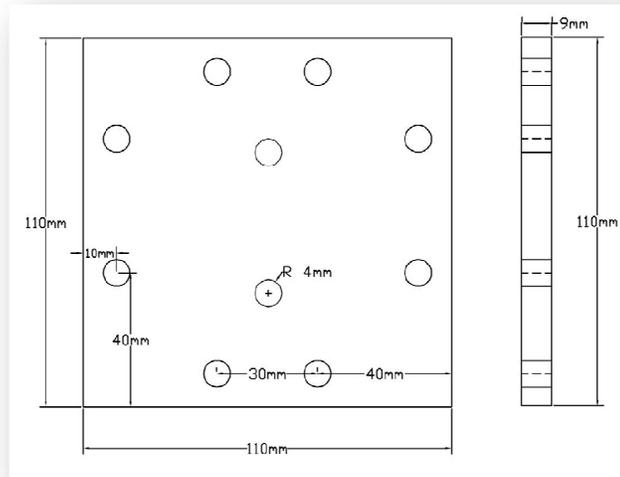


(b)

Gambar 3.4 : a. Ukuran pelat netral
b. Ukuran elektroda

➤ Akrilik bening

Akrilik digunakan untuk menjepit tumpukan pelat dengan O-ring. Bahan yang digunakan adalah akrilik bening ketebalan 9 mm. Dengan akrilik bening diharapkan reaksi larutan yang dielektrolisis akan terlihat.



Gambar 3.5 : Ukuran Akrilik

2. *Bubbler*

Bubbler merupakan sebuah *box* yang terbuat dari plastik untuk menampung elektrolit sehingga dapat bersirkulasi. Selain itu, *bubbler* juga digunakan sebagai tempat pemisahan antara *Brown's gas* dengan air setelah dielektrolisis.



Gambar 3.6 *Bubbler*

3. Selang

Selang digunakan untuk menghubungkan antara *electrolyzer* dengan *bubbler* sebagai tempat bersirkulasinya air dan gas. Selain itu juga selang digunakan untuk menghubungkan *bubbler* dengan gelas ukur.



Gambar 3.7 Selang

4. Digital Thermokopel

Thermokopel merupakan sensor yang digunakan untuk mengubah suatu besaran fisik berupa temperatur menjadi bentuk elektris berupa beda potensial, termokopel yang digunakan adalah tipe K. Sensor tipe K diletakkan pada bagian dalam selang keluar *electrolyzer* untuk mengukur temperatur larutan setelah dielektrolisis. Lalu selanjutnya sensor ini dihubungkan ke *digital thermokopel* agar suhunya dapat terbaca.



Gambar 3.8 Digital Termocoupe

5. Digital Multitester seri MY60 (Voltmeter)

Multitester ini digunakan untuk mengukur beda potensial yang berada pada rangkaian penelitian.



Gambar 3.9 Multitester seri MY60

Spesifikasi:

- Layar : 3 1/2 –digit LCD, pembacaan maximal 1999
- Temperature operasi : 0°C- 40°C(32°F-104°F)
- Temperature penyimpanan : -10°C - 50°C(14°F-122°F)
- Dimensi : 198mm x 98mm x 52mm
- Berat : 487gr
- DC Voltage : 0 – 1000V
- AC voltage : 0 – 750 V
- DC and AC Current : 0 – 10 A
- Resistance : 0 – 200 MΩ

6. Katup

Alat yang digunakan untuk mengatur bukaan aliran gas dari *electrolyzer* ke gelas ukur.



Gambar 3.10 Katup

7. Digital Multitester Cadic 32B (Amperemeter)

Multitester digunakan untuk mengukur arus listrik yang mengalir pada rangkaian.



Gambar 3.11 Digital Multitester
Sumber : Shanghai MCP Corp. 2009

Spesifikasi :

- Merk : CADIC
- Tipe : Cadic 32B
- Display : 9 digit 18mm LCD
- DC Volt : 0-1000 V
- Ac Volt : 0-759 V , Ohm max : 2000 kOhm
- Ampere max : 200mA , 10A unfused

8. Stopwatch

Alat ini digunakan untuk mengukur lamanya rentang waktu setiap pengambilan data, yaitu 35 detik.



Gambar 3.12 Stopwatch
Sumber : Anonymous_11

9. Regulator/ Catu daya

Adalah alat yang dapat mengubah arus listrik AC (*Alternating current*) menjadi DC (*Direct current*). Sumber listrik DC yang dihasilkan besaran tegangannya dapat diatur.



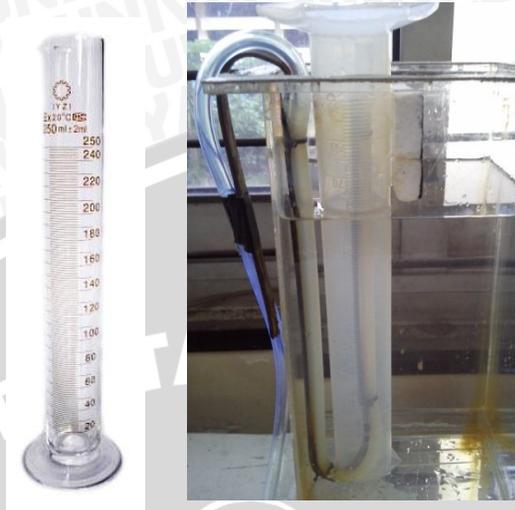
Gambar 3.13 Regulator

Spesifikasi :

- Daya : 500 Watt
- Output : DC (*Direct Current*)
- Input : AC (*Alternating Current*) 220 V
- Arus Maksimal : 25 A
- Tegangan Maksimal : 20 V

10. Gelas Ukur

Digunakan untuk mengukur volume Brown's gas dalam waktu 35 detik.



Gambar 3.14 Gelas ukur

11. Kabel

Digunakan untuk mengalirkan listrik dari regulator ke *electrolyzer* dan digunakan juga dalam instalasi kelistrikannya.

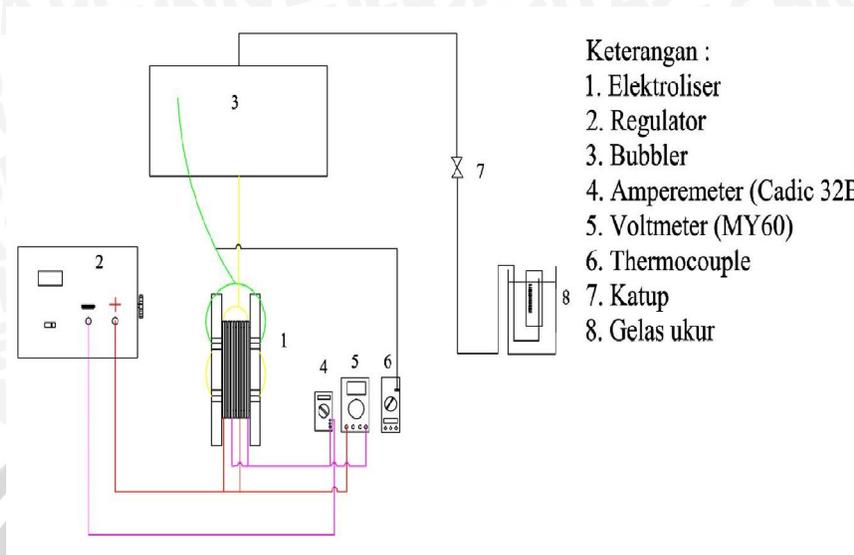


Gambar 3.15 Kabel

Spesifikasi :

- Merk : JEMBO
- Diameter : 10mm
- Tegangan : 600/1000V
- Maximum ampere : 15 A

3.5 Instalasi Penelitian



Gambar 3.16 Skema instalasi penelitian

3.6 Prosedur pembuatan Model

1. Persiapkan semua bahan untuk pembuatan *electrolyzer* yaitu akrilik bening, *stainless steel* tipe 304 ketebalan 1,5mm, selang bening, 7 buah cop, 2 buah cop cabang 3, baut ukuran 12 dengan panjang 70 mm sebanyak 8 buah, *bubbler* dari kotak berkapasitas 3 liter, karet O-ring.
2. Potong *stainless steel* tipe 304 dengan ukuran 70mm x 70mm, untuk pelat netral sebanyak 6 lembar semua sisi ujungnya di potong 17.5mm dari setiap sisi (lihat gambar 3.4a). Pada elektroda hanya 3 sisi ujung pelat yang di potong (lihat gambar 3.4b), untuk elektroda membutuhkan 4 lembar pelat. Lubangi semua pelat menggunakan mata bor berdiameter 8mm, posisi lubang masing-masing 14 mm dari sisi atas dan bawah pelat ke titik pusat lubang.
3. Potong akrilik dengan ukuran 110mm x 110mm sebanyak 2 buah. Lubangi akrilik menggunakan mata bor berdiameter 8 mm, setiap sisi akrilik di beri 2 buah lubang. (Lihat gambar 3.5)
4. Lubangi masing-masing akrilik sebanyak dua buah lubang pada bagian tengahnya dan satu titik dengan lubang yang berada pada pelat apabila ditumpuk. Setelah itu pasang cop pada ke 4 lubang tersebut.

5. Tumpuk pelat dan O-ring di atas akrilik dengan cop pada akrilik mengarah ke luar. 2 buah lubang pada masing-masing pelat harus satu titik dengan lubang yang akan dipasang cop pada akrilik.
6. Cara menumpuknya yaitu setiap jarak antar pelat dengan pelat disekat menggunakan O-ring, begitu juga antara pelat paling luar dengan akrilik. Penyusunan pelat dengan konfigurasi 1N2 yaitu pertama pelat anoda, 2 buah pelat netral, pelat katoda, 2 buah pelat nertal, dst
7. Setelah akrilik, pelat dan O-ring tersusun rapi, pada lubang masing-masing sisi akrilik masukkan baut ukuran 12 sehingga akrilik satu dengan akrilik yang lainnya tersambung. Lalu kencangkan mur, dengan jarak antara akrilik dengan akrilik sesuai dengan yang ditetapkan.
8. Pada *Bubbler*, lubangi pada bagian atas tengah, bawah tengah dan depan. Setelah itu pasang cop pada lubang tersebut.
9. Potong selang bening dengan ukuran 220mm Sebanyak 4 buah, dan ukuran 44mm sebanyak 2 buah.
10. Pada masing-masing cop cabang 3, pasang selang ukuran 220mm disalah satu lubang arahnya , dan selang ukuran 44mm pada 2 buah lubang yang lainnya.(lihat pada gambar 3.7).
11. Sambungkan dua selang yang berukuran 44mm pada cop yang berada pada bagian kanan dan kiri bawah akrilik, sedangkan satu selang yang panjang sambungkan ke cop bagian bawah dari *bubbler*.
12. Untuk satu set selang dan cop cabang 3 yang satunya, sambungkan sisi selang yang berukuran 44mm pada cop yang berada pada bagian kanan dan kiri atas akrilik, sedangkan satu selang yang panjang sambungkan ke cop bagian depan dari *bubbler*. Pada selang yang disambungkan ke bagian depan bubler ini dipasang sensor suhu *thermocouple*.
13. Elektroliser HHO *dry cell* siap di uji.

3.7 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapkan semua peralatan yang dibutuhkan
2. Susun rangkaian instalasi penelitian sesuai dengan pada gambar 3.16, pada *electrolyzer* gunakan O-ring ketebalan 2.5 mm (untuk variasi jarak 2mm) lalu kencangkan baut hingga jarak dalam antar akrilik 37 mm.

3. Campur 2.5 liter aquades dengan 10 gram (fraksi massa 0.398%) NaHCO_3 dalam sebuah wadah. Aduk hingga NaHCO_3 terlarut semua, lalu masukkan larutan tersebut ke dalam *bubbler*. Lalu tutup *bubbler* hingga rapat.
4. Hidupkan *regulator* listrik, atur pada arus listrik sebesar 3 ampere.
5. Catat data voltase, volume *Brown's gas* dalam satuan 35 detik dan temperatur.
6. Ulangi langkah nomor 4 dan 5 dengan arus sebesar 5 ampere, 6 ampere, 8 ampere, 10 ampere dan catatan *regulator* tidak di nyalakan kembali karena sudah menyala.
7. Turunkan arus listrik hingga nol lalu matikan *regulator*.
8. Buang air sisa elektrolisa, bersihkan *bubbler* dan *electrolyzer* dengan cara melepas baut penjepitnya. Bersihkan setiap lembaran pelat dan O-ring.
9. Ulangi langkah 2 dengan menggunakan O-ring ketebalan 2.5 mm dan kencangkan baut hingga jarak dalam antar akrilik 37mm.
10. Ulangi langkah 3 sampai 8 dengan katalis sebesar 15gr (fraksi massa 0.596%), 20gr (fraksi massa 0.793%), 25gr (fraksi massa 0.99%), 30gr(fraksi massa 1.18%), 35gr (fraksi massa 1.38%), 40gr(fraksi massa 1.57%).
11. Ulangi langkah 2 dengan menggunakan O-ring ketebalan 2mm(untuk variasi jarak 1.5mm) dan kencangkan baut hingga jarak dalam antar akrilik 31.5 mm.
12. Ulangi langkah 3 sampai 10 (pada langkah 9 menggunakan O-ring ketebalan 2mm)
13. Ulangi langkah 2 dengan menggunakan O-ring ketebalan 1.8mm(untuk variasi jarak 1,25mm) dan kencangkan baut hingga jarak dalam antar akrilik 28.75mm.
14. Ulangi langkah 3 sampai 10 (pada langkah 9 menggunakan O-ring ketebalan 1.8mm)
15. Ulangi langkah 2 dengan menggunakan O-ring ketebalan 1.5mm(untuk variasi jarak 1mm) dan kencangkan baut hingga jarak dalam antar akrilik 26mm.
16. Ulangi langkah 3 sampai 10 (pada langkah 9 menggunakan O-ring ketebalan 1.5mm)
17. Analisa hasil data yang diperoleh dari hasil elektrolisis tersebut.

3.8 Diagram Alir Penelitian

