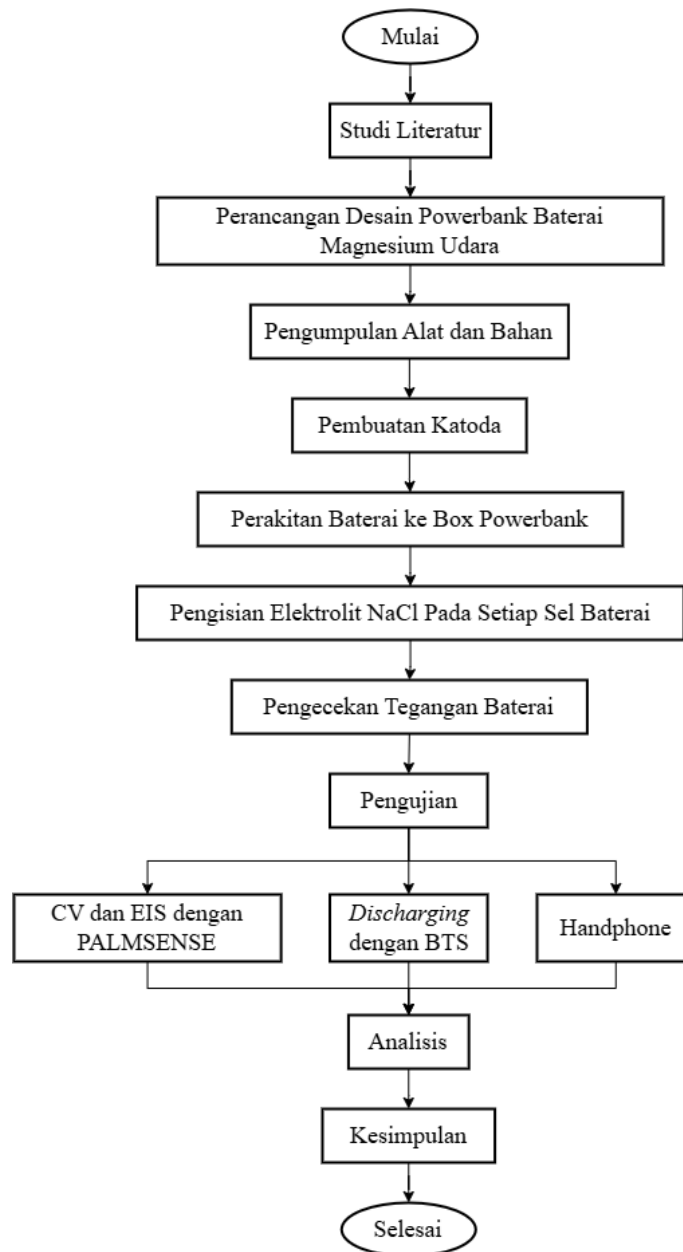


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Flowchart Penelitian



Gambar 3. 1 *Flowchart* Penelitian

Gambar 3.1 merupakan *flowchart* atau alur penelitian dari Tugas Akhir yang akan dilaksanakan melalui beberapa tahap diantaranya, studi literatur, perancangan

desain powerbank baterai mencakup struktur sel, box, dan wiring, pengumpulan alat dan bahan untuk pembuatan sel baterai, pembuatan katoda udara, perakitan sel baterai dengan box, pembuatan elektrolit NaCl, pengecekan tegangan menggunakan multimeter, pengujian CV (*Cyclic Voltammetry*) dan EIS (*Electrochemical Impedance Spectroscopy*) menggunakan Palmsense, pengujian discharging menggunakan BTS (*Battery Tester Syetem*), pengujian langsung dengan *mencharging* HP, analisis hasil, dan kesimpulan.

3.2 Tahap Penelitian

Tahapan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Studi Literatur

Studi literatur yaitu mencari dan mengkaji beberapa referensi berupa jurnal penelitian sebelumnya yang terkait dengan baterai magnesium-udara.

3.2.2 Perancangan Desain Powerbank

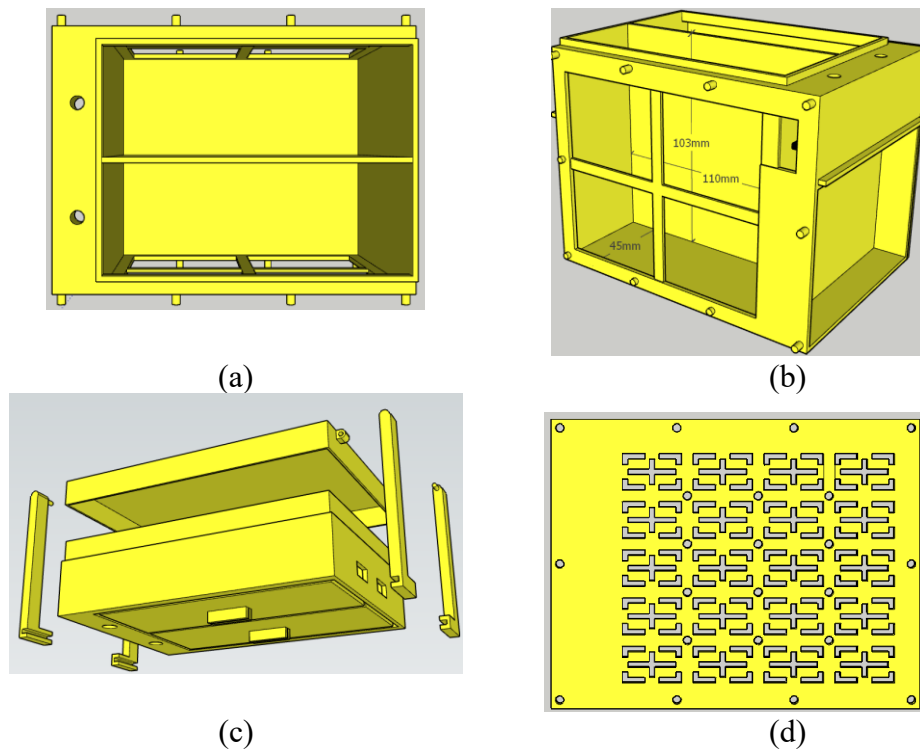
Perancangan desain powerbank yaitu proses pembuatan powerbank, menentukan desain mencakup box, sel baterai, dan skema koneksi ke beban, pemilihan material anoda, katoda, dan elektrolit, pembuatan katoda udara, dan perakitan powerbank.



Gambar 3. 2 Ilustrasi struktur 1 sel baterai magnesium Udara (telah diolah kembali)

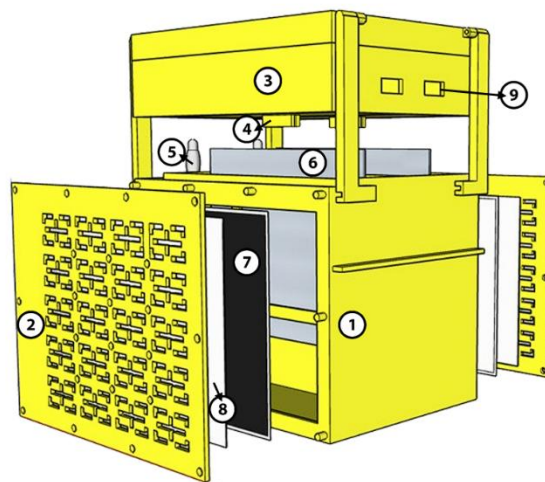
(T. Zhang et al., 2014)

Gambar 3.2 merupakan struktur dari baterai magnesium-udara. Magnesium AZ31B sebagai anoda, larutan NaCl sebagai elektrolit, dan katoda udara. Katalis berfungsi mempercepat reaksi oksigen dari udara dengan elektrolit.



Gambar 3. 3 Desain Box Powerbank Baterai Magnesium-Udara
 (a) Tampak atas box ruang penyimpanan elektroda magnesium dan elektrolit NaCl (b) Tampak samping box ruang elektroda dan elektrolit (c) Penutup box (d) Bagian sirkulasi udara di bagian samping kanan dan kiri box

Gambar 3.3 merupakan rancangan desain box powerbank. Gambar 3.3 (a) merupakan tempat sel baterai magnesium-udara dengan volume untuk elektrolit sebagaimana Gambar 3.3 (b) dengan panjang 11 cm, lebar 4,5 cm, dan tinggi 10 cm sehingga volume elektrolit untuk 1 sel baterainya yaitu maksimum 495 ml.

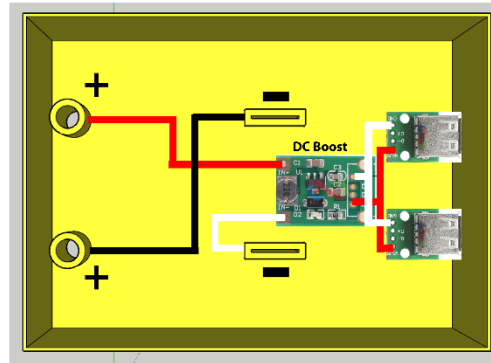


Gambar 3. 4 Ilustrasi perancangan powerbank secara keseluruhan dengan sel baterai magnesium-udara

Gambar 3.4 memperlihatkan ilustrasi struktur baterai dan box powerbank secara keseluruhan dengan keterangan sebagai berikut:

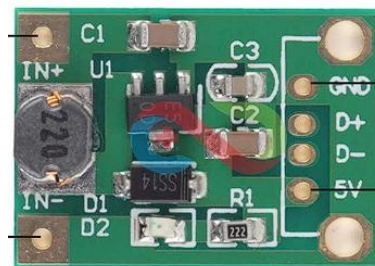
1. Box untuk tempat plat magnesium dan elektrolit.
2. Penutup box bagian samping dengan ventilasi agar udara bisa masuk.
3. Tutup box baterai sekaligus untuk tempat rangkaian listrik powerbank.
4. Pencapit elektroda magnesium dengan tambahan plat nikel tipis.
5. Terminal banana plug.
6. Plat anoda magnesium AZ31B.

7. *Current collector* yang dilapisi katalis dengan dimensi panjang 10 cm lebar 8,5 cm.
8. Separator PTFE.
9. Lubang untuk port USB.



Gambar 3. 5 *Wiring* powerbank menggunakan DC Boost Converter

Gambar 3.5 merupakan bagian penutup box tempat *wiring* sistem powerbak. Dimana 2 sel baterai dipasang secara seri kemudian disambungkan ke modul DC Boost Converter dan outputnya disambung ke 2 buah port USB.



Gambar 3. 6 DC Boost Converter Yang Digunakan

Sumber : CNC Store

Gambar 3.6 merupakan DC Boost Converter yang digunakan untuk menaikkan tegangan output powerbank menjadi 5 V. Spesifikasi DC Boost Converter adalah sebagai berikut:

1. Produk : Module Board DC-DC Step Up Converter

2. Input Voltage : DC 1V – 5V
3. Output Voltage : DC 5V
4. Output Current : 500mA ~ 600mA max
5. Maximum Conversion Efficiency : 96%

3.2.3 Pengumpulan Alat dan Bahan

Setelah desain selesai, langkah berikutnya adalah mengumpulkan peralatan dan bahan untuk proses pembuatan sel baterai magnesium-udara.

Tabel 3. 1 Alat yang digunakan dalam proses pembuatan sel baterai magnesium-udara

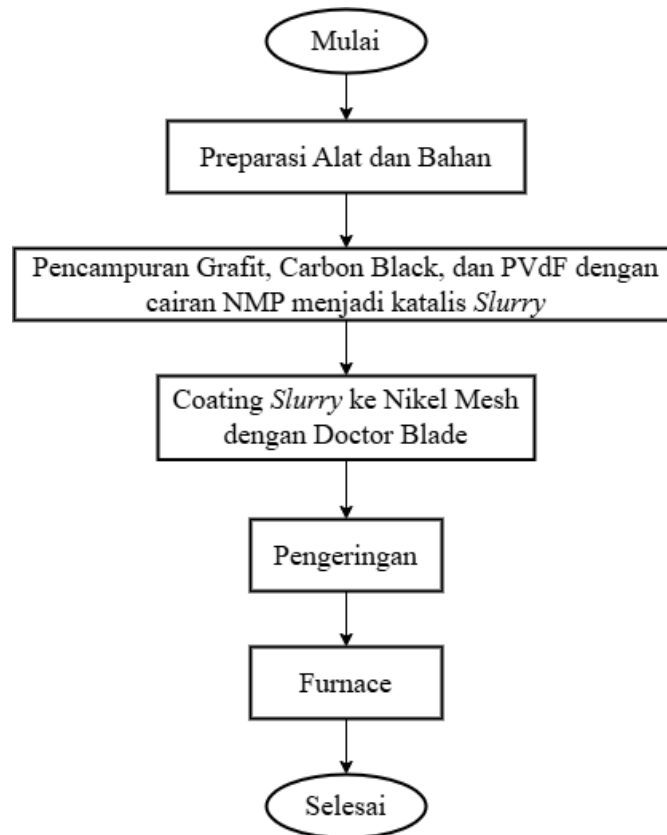
No.	Alat	Fungsi
1.	<i>Glass beaker</i>	Wadah untuk mencampurkan bahan katalis
2.	Neraca Digital OHAUS	Menimbang bahan katalis
3.	<i>Magnetic Heated Stirrer</i>	Mencampurkan bahan katalis
4.	Termometer	Mengukur suhu saat proses pencampuran katalis
5.	Spatula	Mengaduk bahan katalis
6.	Sendok	Mengambil bahan katalis
7.	Gunting	Memotong <i>current collector</i> dan separator
8.	Penggaris	Mengukur <i>current collector</i> , separator, dan magnesium
9.	Gergaji	Memotong plat magnesium
10.	Gelas Ukur	Mengukur volume larutan NMP
11.	<i>Automatic Film Coated</i>	Coating katalis ke <i>current collector</i>

No.	Alat	Fungsi
12.	Furnace	Mengaktivasi katalis secara termal
13.	Lem	Merekatkan box

Tabel 3. 2 Bahan yang digunakan untuk baterai magnesium-udara

No.	Bahan	Fungsi
1.	Plat Magnesium <i>alloy</i> AZ31B	Anoda
2.	Grafit	Karbon aktif katoda
3.	Carbon Black Super-P	Bahan adiktif
4.	PVdF	Binder/pengikat
5.	NMP	Pelarut PVDF
6.	PTFE	Separator
7.	NaCl	Elektrolit
8.	Aquades	Pelarut Elektrolit
9.	Nikel <i>mesh</i>	<i>Current Collector</i>
10.	Terminal Plug	Terminal output positif atau negatif baterai
11.	<i>DC Boost Converter</i>	Penaik tegangan
12.	Kabel	Penghantar Listrik
13.	Plat nikel	Terminal output dari plat magnesium
14.	Lem	Perekat panel ventilasi box

3.2.4 Pembuatan Katoda



Gambar 3. 7 *Flowchart* pembuatan katoda

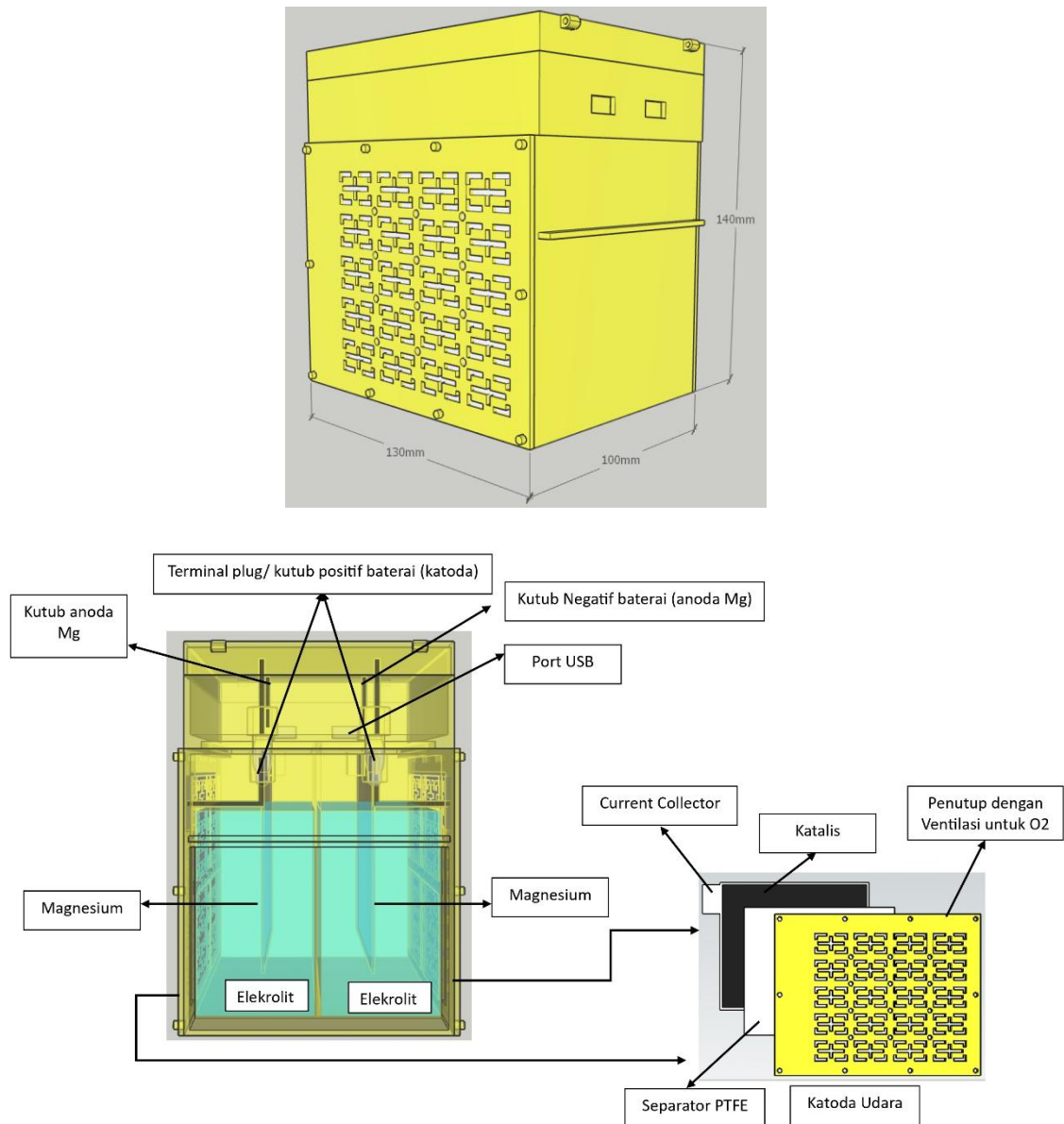
Gambar 3.7 merupakan langkah pembuatan katoda udara dengan urutan pembuatan sebagai berikut:

1. Preparasi yaitu menimbang bahan katalis berupa grafit 85 wt%, *carbon black* super-P 5 wt%, dan PVdF 10 wt% menggunakan neraca OHAUS. Larutan NMP disiapkan dengan perbandingan 2 : 1 dengan bahan katalis.
2. Melarutkan PVdF dengan larutan NMP menggunakan *magnetic heated stirrer* selama 1 jam dengan suhu 80 °C. Larutan ini disebut larutan binder (perekat).

3. Mencampurkan grafit dan *carbon black* ke larutan binder dengan *magnetic stirrer* hingga homogen selama ± 10 menit. Campuran bahan ini disebut katalis *slurry*.
4. *Slurry* dilapiskan (*coating*) ke *current collector* nikel *mesh* dengan metode *doctor blade*. *Current collector* dipotong dengan ukuran 8 cm x 10 cm.
5. Setelah *coating*, dilakukan pengeringan dibawah sinar matahari selama 1 hari.
6. Setelah dikeringkan, katalis kemudian diaktivasi secara termal menggunakan *furnace* pada suhu 105 °C selama 24 jam.
7. Pembuatan katoda selesai.

3.2.5 Perakitan Baterai

Perakitan baterai yaitu memasang sel baterai magnesium-udara yang telah dibuat ke box baterai. Pemasangan katoda pada bagian samping box powerbank, anoda plat magnesium ke penutup box, pemasangan kabel untuk penyambungan baterai dengan modul DC *Boost Converter*, dan pemasangan port USB untuk pengecasan HP.



Gambar 3. 8 Ilustrasi powerbank baterai magnesium-udara yang telah dirakit

Gambar 3.8 merupakan ilustrasi powerbank baterai magnesium-udara yang telah dirakit. Dimana ukuran keseluruhan dari powerbank ini yaitu panjang 13 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 14 cm. Dimana beratnya adalah ~500 gram dalam keadaan baterai tidak dipakai (kering) atau tanpa elektrolit.

3.2.6 Pembuatan Elektrolit NaCl

Pada tahap ini dilakukan pembuatan elektrolit sebanyak 300 ml untuk 1 sel baterai magnesium-udara. Elektrolit dibuat dengan melarutkan NaCl dengan aquades. Dimana elektrolit yang akan dipakai yaitu salinitasnya 35 ppt. Untuk menghitung massa NaCl yang dibutuhkan untuk elektrolit 35 ppt 300 ml yaitu dengan rumus pada persamaan (2.14).

$$m_g = x.V$$

$$m_g = \frac{35}{1000} \times 300 = 10,5 \text{ gram}$$

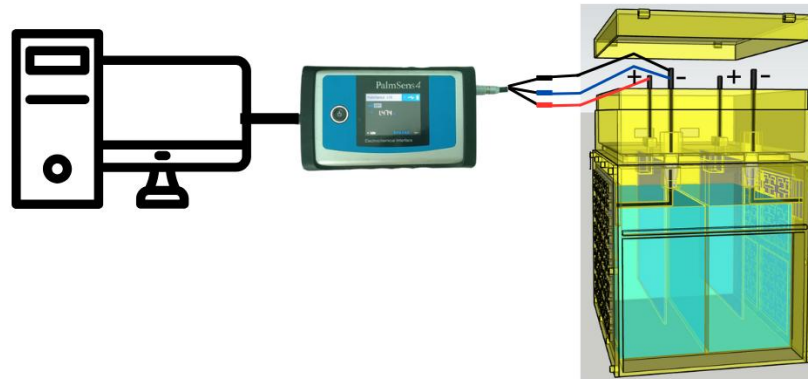
Dari perhitungan diatas maka massa NaCl yang dibutuhkan untuk setiap elektrolit 35 ppt 300 ml yaitu sebanyak 10,5 gram. Maka untuk 2 sel baterai dibutuhkan 21 gram NaCl dan 600 ml aquades.

3.2.7 Pengecekan Tegangan Menggunakan Multimeter

Pengecekan tegangan baterai magnesium-udara yaitu menggunakan multimeter untuk mengetahui nilai tegangan dari baterai magnesium-udara yang telah dibuat.

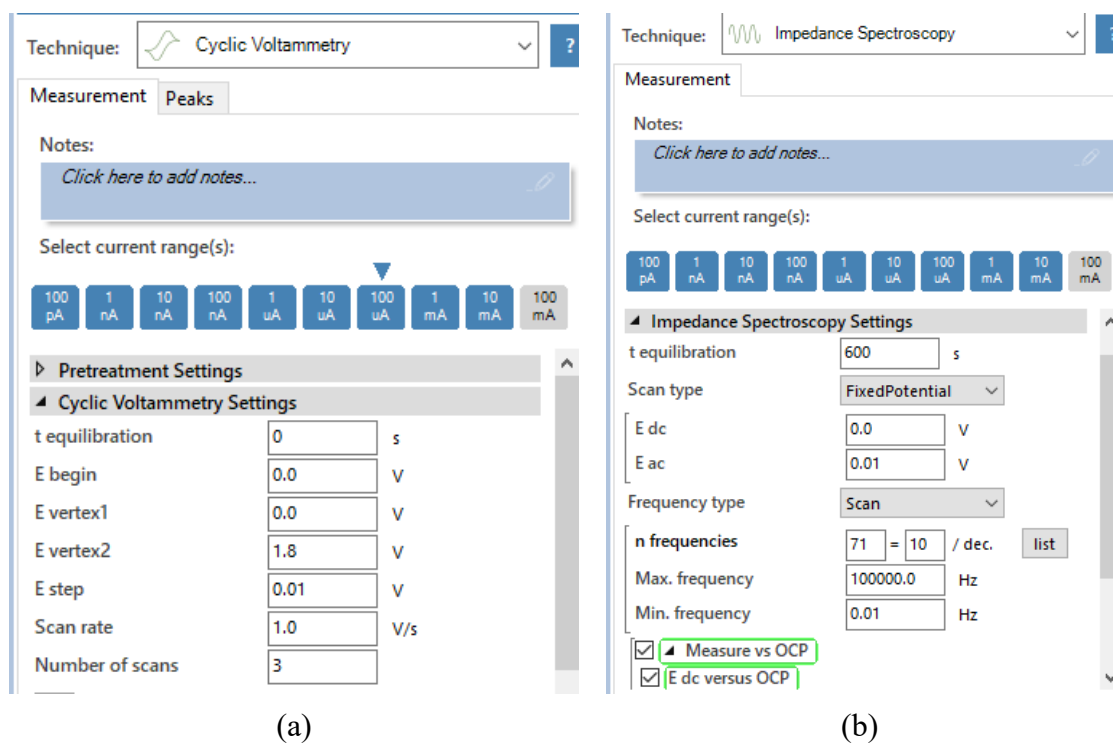
3.2.8 Pengujian Menggunakan PalmSens

Pengujian menggunakan PalmSens bertujuan untuk mengukur potensial dan arus pada sistem elektrokimia melalui metode CV (*Cyclic Voltammetry*), dan EIS (*Electrochemical Impedance Spectroscopy*).



Gambar 3. 9 Pengujian CV dan EIS

Gambar 3.9 menunjukkan skema pengujian CV dan EIS baterai menggunakan PalmSens. Terdapat 3 kabel yang akan dihubungkan ke terminal positif dan negatif baterai, diantaranya kabel Working Electrode (WE) dihubungkan ke katoda baterai, sedangkan kabel Counter Electrode (CE), dan Reference Electrode (RE) dihubungkan ke anoda baterai. Kemudian data dari CV dan EIS akan tercatat otomatis di aplikasi PSTrace pada komputer.



Gambar 3. 10 Pengaturan untuk pengujian data (a) CV (b) EIS

3.2.9 Pengujian Menggunakan BTS

Pengujian dengan BTS yaitu untuk mengetahui kapasitas baterai magnesium-udara yang dapat di-discharge. Pengujian *discharge* baterai dilakukan pada arus konstan 5 mA dan 10 mA.



Gambar 3. 11 Pengujian Dengan BTS

Gambar 3.11 menunjukkan skema pengujian dengan BTS. Terdapat dua kabel positif dan negatif dari BTS yang langsung dihubungkan ke baterai magnesium-udara.

3.2.10 Pengujian dengan pengisian baterai HP

Pengujian dengan mengisi daya baterai HP yaitu untuk menguji performa powerbank baterai magnesium-udara hasil penelitian ini untuk mengisi daya baterai HP. Pengambilan data pengujian menggunakan multimeter dengan interval waktu setiap 5 menit. HP yang dipakai yaitu HP android dan HP kecil.

3.2.11 Analisis Hasil Pengujian

Setelah memperoleh data hasil pengujian, data tersebut dianalisis untuk mengetahui karakteristik dan performa baterai magnesium-udara yang telah dirancang menggunakan material anoda magnesium AZ31B sebagai, katoda

udara berbasis karbon (grafit dan carbon black), serta elektrolit NaCl, untuk pembebanan pengisian daya baterai HP.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dalam proses penyelesaian tugas akhir ini yaitu dilaksanakan di Gedung Laboratorium Riset 1 lantai 2I Teknik Elektro Universitas Siliwangi, Mugarsari, Kecamatan Tamansari, Kabupaten Tasikmalaya, Jawa Barat 46196.