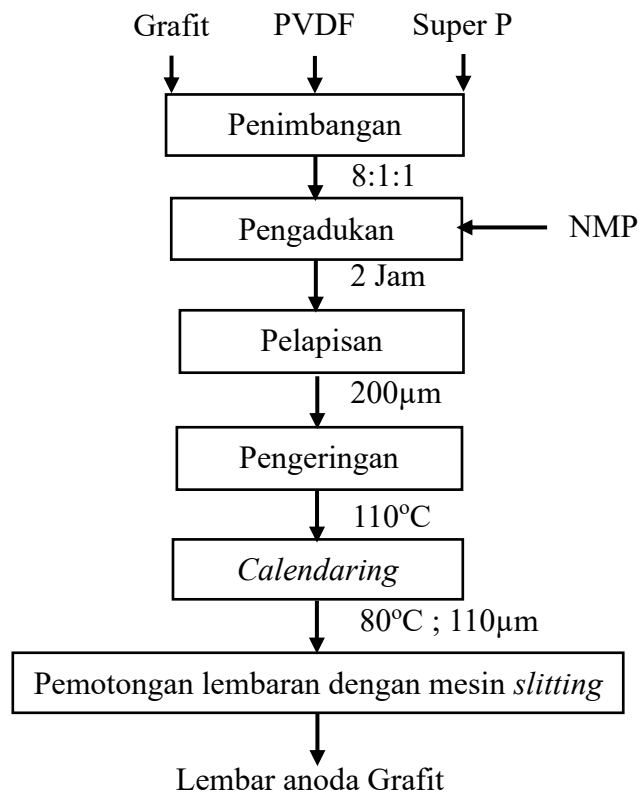


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

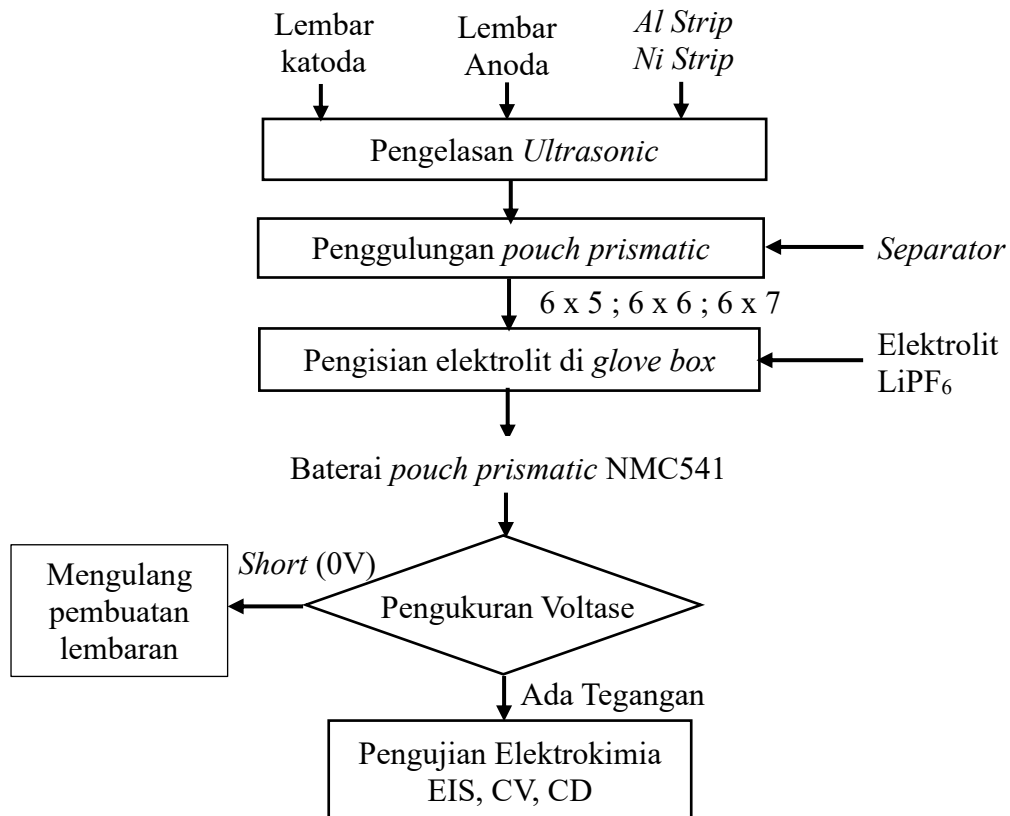
3.1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini terdiri dari proses pembuatan lembaran NMC541, lembaran anoda grafit dan proses perakitan dan pengujian baterai *pouch prismatic*. Dibawah ini adalah diagram alir pembuatan anoda grafit:



Gambar 3.1 Diagram Alir pembuatan lembaran anoda Grafit

Pembuatan lembaran katoda NMC541 dilakukan dengan cara yang sama dengan diagram alir diatas, hanya saja menggunakan material NMC541 dan rasio penimbangan (material aktif : PVDF : super P) sebesar (9:0,5:0,5). Lembaran katoda dan anoda yang sudah jadi kemudian di lakukan pengujian LCR terlebih dahulu untuk mengetahui konduktivitas bahan tersebut.



Gambar 3.2 Diagram Alir perakitan dan pengujian baterai

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Gedung 440 Pusat Riset Fisika (PRF) KST BJ Habibie, Serpong, Tangerang Selatan, Banten pada bulan agustus sampai oktober 2023.

3.3 Alat dan Bahan

Berikut ini adalah alat dan bahan yang digunakan selama melakukan percobaan:

3.3.1 Alat yang Digunakan

Berikut adalah alat-alat yang digunakan selama penelitian:

1. Timbangan Digital

Alat ini digunakan untuk menimbang material aktif yang digunakan, dengan beban maksimal 500 gram.



Gambar 3.3 Timbangan Digital
(Sumber: Dokumen Pribadi)

2. Mesin *Vacuum Mixer*

Alat ini digunakan untuk proses *mixing* agar lebih merata, pengadukan dilakukan dalam keadaan *vacuum*.



Gambar 3.4 *Vacuum Mixer*
(Sumber: Dokumen Pribadi)

3. Wadah Logam

Alat ini sebagai wadah penampungan *slurry* yang akan diaduk dengan mesin *Vacuum Mixer*



Gambar 3.5 Wadah Logam
(Sumber: Dokumen Pribadi)

4. Spatula

Alat ini digunakan untuk menuangkan *slurry* ke atas aluminium *foil* saat proses pelapisan.



Gambar 3.6 Spatula

(Sumber: Dokumen Pribadi)

5. Mesin *Coating*

Alat ini digunakan untuk melakukan proses pelapisan material aktif keatas aluminium *foil*



Gambar 3.7 Mesin *Coating*

(Sumber: Dokumen Pribadi)

6. Mesin Kalendering

Alat ini digunakan untuk melakukan penekanan (*hot press*) kepada lembaran katoda.



Gambar 3.8 Mesin Kalendering

(Sumber: Dokumen Pribadi)

7. Mesin Slitting

Alat ini digunakan untuk memotong lembaran katoda maupun anoda.



Gambar 3.9 Mesin Slitting

(Sumber: Dokumen Pribadi)

8. *Glove Box*

Alat ini digunakan untuk melakukan perakitan baterai koin dan pengisian elektrolit.



8

Gambar 3.10 Glove Box
(Sumber: Dokumen Pribadi)

9. Pipet

Alat ini digunakan untuk meneteskan pelarut (NMP).



Gambar 3.11 Pipet
(Sumber: Dokumen Pribadi)

10. Mesin Uji LCR

Alat ini digunakan untuk mengetahui nilai konduktivitas dari sampel



Gambar 3.12 HIOKI LCR
(Sumber: Dokumen Pribadi)

11. Mesin Uji CV

Alat ini digunakan untuk mengetahui nilai tegangan pada baterai



Gambar 3.13 Mesin Uji CV
(Sumber: Dokumen Pribadi)

12. Mesin Uji CD

Alat ini digunakan untuk mengetahui kemampuan baterai terhadap siklus pemakaian.



Gambar 3.14 Mesin *Charge-Discharge*
(Sumber: Dokumen Pribadi)

13. Mesin Uji EIS

Alat ini digunakan untuk mengukur impedansi dari baterai.



Gambar 3.15 Mesin Uji EIS
(Sumber: Dokumen Pribadi)

3.3.2 Bahan yang Digunakan

Berikut adalah bahan-bahan yang digunakan selama penelitian:

1. Bubuk NMC 541

Bahan ini digunakan sebagai material aktif katoda



Gambar 3.16 Bubuk NMC 541

(Sumber: Dokumen Pribadi)

2. PVDF

Bahan ini digunakan sebagai pengikat / *binder*



Gambar 3.17 Bubuk PVDF

(Sumber: Dokumen Pribadi)

3. *Carbon Conductive (Super P)*

Bahan ini digunakan sebagai penambah konduktivitas material.

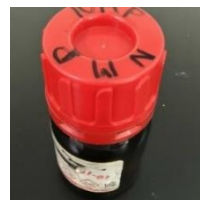


Gambar 3.18 Super P

(Sumber: Dokumen Pribadi)

4. NMP

Bahan ini digunakan sebagai pelarut

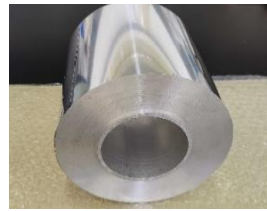


Gambar 3.19 Pelarut NMP

(Sumber: Dokumen Pribadi)

5. Aluminium Foil

Bahan ini digunakan sebagai alas *slurry*



Gambar 3.20 Alumunium Foil

(Sumber: Dokumen Pribadi)

6. Elektrolit LiPF_6

Bahan ini digunakan sebagai medium transpor ion.



Gambar 3.21 Cairan elektrolit

(Sumber: Dokumen Pribadi)

3.4 Prosedur Penelitian

Berikut ini adalah prosedur percobaan yang digunakan dalam penelitian:

1. Melakukan pembuatan lembaran elektroda baterai.
2. Menimbang bahan aktif katoda, karbon konduktif dan PVDF dengan perbandingan 9:0,5:0,5. (perbandingan 8:1:1 untuk anoda).
3. Masukkan semua bahan kedalam wadah logam.
4. Memberikan NMP secukupnya kedalam wadah logam. (NMP:Solid particle = 70:30)
5. Melakukan proses *mixing* dengan mesin *vacuum mixer* selama 2 jam.
6. Melakukan proses *coating* dengan ketebalan 200 μm pada kedua sisi dengan temperatur pengeringan 110°C dan kecepatan *coating* 250mm/min.
7. Melakukan proses pemotongan dengan mesin *slitting*.

8. Melakukan proses kalendering lembar katoda sampai ketebalan menjadi 110 μm , dengan temperatur kalendering 80 $^{\circ}\text{C}$
9. Melakukan perakitan dengan variasi ukuran baterai.
10. Melakukan pengisian elektrolit baterai *pouch prismatic* didalam *glove box*.
11. Menguji performa baterai dengan menggunakan mesin uji LCR, EIS, CV, dan CD.
12. Melakukan analisis data performa baterai *pouch prismatic* dengan variasi dimensi baterai.

3.5 Karakterisasi dan Analisis Performa

3.5.1 Cyclic Voltammetry (CV)

Pengujian CV ini dilakukan Wonnatech untuk mengetahui koefisien difusi ion lithium dari sampel. Hasil dari pengujian ini berupa data tegangan dan arus dalam bentuk grafik yang disebut *cyclic voltammogram*. Data pengujian CV ini akan menunjukkan reversibilitas proses redoks yang terjadi ketika tegangan input dialirkan ke dalam sampel baterai dan dapat diperoleh nilai koefisien difusi ion lithiumnya. Pengujian CV digunakan untuk mengukur koefisien difusi ion Li^+ melalui persamaan Randles- Selvcik (Zhu, 2019).

$$i_p = 2,69 \times 10^5 \cdot n^{3/2} A C \cdot \sqrt{Dv} \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan:

i_p = arus puncak maksimum (A)

n = jumlah elektron yang ditransfer dalam reaksi redoks (biasanya 1)

A = luas elektroda (cm^2)

D = koefisien difusi ($\text{cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$),

C = konsentrasi ($\text{mol} \cdot \text{cm}^{-3}$),

v = scan rate ($\text{V} \cdot \text{s}^{-1}$).

Pengujian dilakukan dengan menggunakan *automatic battery cycler* WBCS3000 merek Wonateck di Pusat Riset Fisika-Badan Riset Inovasi Nasional (PRF-BRIN).

3.5.2 *Charge-Discharge* (CD)

Analisis *charge-discharge* dilakukan dengan alat *automatic battery cycler* WBCS300 untuk menentukan nilai kapasitas spesifik dari baterai, khususnya kapasitas *discharging*. Pada pengujian ini digunakan mode constant current dan dilakukan variasi arus. Data yang diperoleh dari pengujian ini diolah juga dengan menggunakan software WBCS3000 dengan memasukkan nilai tegangan dan besar arus yang dikalikan dengan waktu maka akan diperoleh grafik tegangan sebagai fungsi *charge-discharge capacity* (mAh/gram) yang juga dinamakan grafik *charge-discharge*. Pengujian *charge-discharge* dilakukan dengan menggunakan *automatic battery cycler* WBCS3000 merek Wonateck di Pusat Riset Fisika-Badan Riset Inovasi Nasional (PRF-BRIN).

3.5.3 *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS)

Pengujian EIS dilakukan dengan memberikan tegangan AC sebagai sumber tegangan dan variasi frekuensi (0.1 –50 kHz) kepada baterai katoda $\text{LiNi}_{0,5}\text{Mn}_{0,4}\text{Co}_{0,1}\text{O}_2$. Hasil dari pengujian EIS berupa kurva semicircle yang diolah menggunakan software Nova 1.11 untuk mengetahui nilai R_s dan R_{ct} . Analisis EIS ini digunakan untuk mengetahui interaksi elektron dan ion Li yang berpindah dari katoda ke anoda dan sebaliknya. Sehingga dapat diketahui nilai konduktivitas elektrik dari material katoda $\text{LiNi}_{0,5}\text{Mn}_{0,4}\text{Co}_{0,1}\text{O}_2$ pada baterai lithium ion tersebut. Pengujian impedansi dilakukan dengan menggunakan alat EIS Autolab AUT85998 dan software Nova autolab versi 1.11 di Pusat Riset Fisika-Badan Riset Inovasi Nasional (PRF-BRIN).