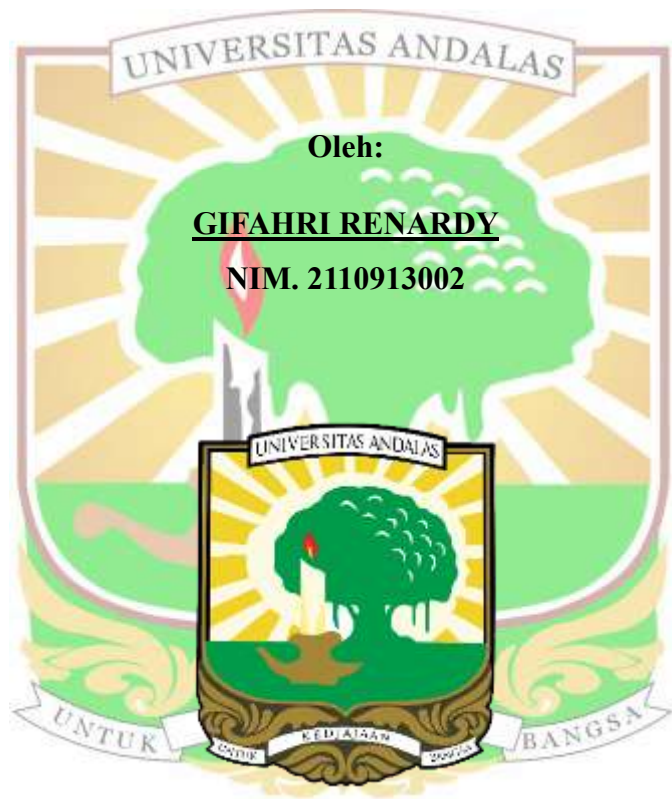


## **TUGAS AKHIR**

# **PENGARUH KOMPOSISI *CARBON NANOTUBE* PADA KONDUKTIFITAS DAN KAPASITAS NANOSTRUKTUR MEMBRAN BATERAI ALUMINIUM-UDARA**



Oleh:

**GIFAHRI RENARDY**

**NIM. 2110913002**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ANDALAS**

**2026**

## ABSTRACT

*Aluminum–air (Al–air) batteries offer a promising energy storage solution due to their high theoretical energy density, lightweight structure, the abundance and low cost of aluminum as the anode material. However, the use of liquid electrolytes in such systems poses serious challenges, including leakage, volatility, and limited long-term stability. This study aims to develop a solid polymer electrolyte membrane based on polyvinyl alcohol (PVA), modified with carbon nanotubes (CNT) as conductive fillers to enhance ionic conductivity. Various concentrations (0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, and 0.05 g) of CNT were incorporated to investigate their influence on the electrochemical properties of the Al–air membrane. The membrane was prepared by mixing PVA, HCl, TEOS, and CNT, followed by drying to form a solid structure, while a polylactic acid (PLA) nanofiber layer containing carbon quantum dots (CQDs) was integrated as a separator by electrospinning method. Electrochemical performance was evaluated using Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) to determine ionic conductivity. The membrane with 0.05 g of CNT incorporation exhibited the highest ionic conductivity of  $6.25 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$  validated by its crystalite size of 8.2 nm. The crystalite size, evidenced by X-ray diffraction (XRD), determined that the structure was amorphous. Through Galvanostatic Charge–Discharge (GCD) the capacity of the battery was measured, with the highest capacity being 0.240 mAh at 0.01 g of CNT. The findings of this research are expected to contribute to the development of high-performance solid electrolytes and advance the feasibility of safe, efficient, Al–air battery systems.*

**Keywords:** *Aluminum–air battery, Carbon Nanotubes, PVA, solid electrolyte, ionic conductivity, electrospinning.*

## ABSTRAK

Baterai aluminium–udara (*Al–air*) merupakan solusi penyimpanan energi alternatif dengan kepadatan energi teoritis tinggi, ringan, serta memanfaatkan aluminium sebagai anoda yang melimpah dan ekonomis. Namun, penggunaan elektrolit cair pada sistem ini masih menghadapi tantangan serius seperti risiko kebocoran, volatilitas, dan kestabilan jangka panjang yang rendah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengembangkan membran elektrolit padat berbasis polyvinyl alcohol (PVA) yang dimodifikasi dengan penambahan *carbon nanotube* (CNT) sebagai filler untuk meningkatkan konduktivitas ionik. Variasi konsentrasi (0, 0,01, 0,02, 0,03, 0,04, and 0,05 g) CNT diaplikasikan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja konduktivitas dan kapasitas baterai aluminium–udara. Proses pembuatan membran dilakukan melalui pencampuran PVA, HCl, TEOS, dan CNT, kemudian dikeringkan untuk membentuk membran padat, sementara lapisan nanofiber asam polilaktat (PLA) yang mengandung *Carbon Quantum Dots* (CQD) diintegrasikan sebagai pemisah dengan metode elektrospinning. Kinerja elektrokimia dievaluasi menggunakan Spektroskopi Impedansi Elektrokimia (EIS) untuk menentukan konduktivitas ionik. Membran dengan penambahan 0,05 g CNT menunjukkan konduktivitas ionik tertinggi sebesar  $6,25 \times 10^{-3} \text{ S cm}^{-1}$  yang divalidasi oleh ukuran kristalitnya sebesar 8,2 nm. Ukuran kristalit, yang dibuktikan dengan difraksi sinar-X (XRD), menunjukkan bahwa strukturnya amorf. Melalui Pengisian-Pengosongan Galvanostatik (GCD), kapasitas baterai diukur, dengan kapasitas tertinggi sebesar 0,240 mAh pada 0,01 g CNT. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan elektrolit padat berkinerja tinggi dan memajukan kelayakan sistem baterai Al-udara yang aman dan efisien.

**Kata kunci:** Baterai aluminium–udara, *Carbon Nanotube*, PVA, elektrolit padat, konduktivitas ionik, *electrospinning*.