

## Analisis Sifat Listrik Nanopartikel Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) Didoping PVDF/rGO Sebagai Aplikasi Material Elektroda Baterai Lithium-Ion

### Electrical Properties Analysis of Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) Nanoparticles Doped with PVDF/rGO as Lithium-Ion Battery Electrode Material Application

Algifari Jabbar<sup>1</sup>, Saisa<sup>1\*</sup>, Maulinda<sup>1</sup>, Zulhaini Sartika<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Serambi Mekkah, Aceh, Indonesia

\*corresponding author: [saisa@serambimekkah.ac.id](mailto:saisa@serambimekkah.ac.id)

Tanggal Submisi: 15 Agustus 2022, Tanggal Penerimaan: 29 Agustus 2022

#### Abstrak

Baterai lithium-ion memiliki kapasitas energi yang tinggi, siklus hidup yang panjang dan dampak lingkungan yang rendah. Namun, baterai ini memiliki harga yang relatif mahal, salah satu solusinya membuat elektroda baterai lithium-ion dari bahan alam, yaitu nanopartikel pasir besi ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Untuk memaksimalkan kinerja  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  maka dikombinasi dengan PVDF dan rGO dengan menggunakan metode sol gel. Penelitian ini dilakukan dengan pengujian karakterisasi menggunakan XRD dan SEM pada nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dan nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PVDF}$  dengan rasio 10:10, 10:20 dan 10:30. Hasil karakterisasi XRD dan SEM menunjukkan bahwa nanokomposit telah terbentuk dan terjadi interaksi antara  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan polimer PVDF dan didapatkan rasio 10:30 sebagai rasio terbaik. Adapun untuk memperoleh sifat listrik (kapasitansi, induktansi dan resistansi) dari nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PVDF}$  dan nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PVDF:rGO}$  digunakan LCR meter. Hasil terbaik LCR meter Nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PVDF}$  diperoleh pada rasio 10:30 dengan nilai kapasitansi 37,01 pF, induktansi 0,23 uH dan resistansi 0,032  $\Omega$ . Sedangkan hasil terbaik LCR meter nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PVDF:rGO}$  dari rasio 10:30:10, 10:30:20 dan 10:30:30 diperoleh pada rasio 10:30:10 dengan nilai kapasitansi 86,04 pF, induktansi 0,045 uH dan resistansi 0,084  $\Omega$ .

**Kata Kunci:** Baterai lithium-ion, pasir besi ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), PVDF, rGO, sifat listrik

#### Abstract

Lithium-ion batteries have high energy capacity, long life cycle and low environmental impact. However, the battery type is relatively expensive. One of the solutions to make it affordable by obtaining the nanoparticles electrodes from natural materials, namely iron sand ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). To maximize the performance of  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , it is combined with PVDF and rGO using the sol gel method. It was conducted by the characterization a test using XRD and SEM on  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanoparticles and  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PVDF}$  nanocomposites with the ratio of 10:10, 10:20 and 10:30. The results of XRD and SEM characterization test showed that the nanocomposite had been formed and interaction between  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  and PVDF polymer with the best ratio at 10:30. An LCR meter used to obtain the electrical properties (capacitance, inductance and resistance) of  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PVDF}$  nanocomposite and  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PVDF:rGO}$  nanocomposite. The best result of the  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PVDF}$  nanocomposite from LCR meter have ratio at 10:30 with capacitance value at 37.01 pF, inductance at 0.23 uH and resistance at 0.032  $\Omega$ . The result of the  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PVDF:rGO}$  nanocomposite from LCR meter showed the ratios of 10:30:10,



10:30:20 and 10:30:30 and the best ratio was at 10:30:10 with capacitance value at 86.04 pF, inductance at 0.045 uH and resistance at 0.084  $\Omega$ .

**Keywords:** Lithium-ion battery, iron sand ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), PVDF, rGO, electrical properties

## PENDAHULUAN

Baterai merupakan salah satu teknologi penyimpanan energy listrik. Salah satunya yaitu baterai lithium. Menurut Aflahannisa dan Astuti (2016) Baterai lithium-ion adalah baterai isi ulang yang banyak dikembangkan dibidang industri karena memiliki kapasitas penyimpanan yang lebih baik, tidak memiliki sifat memory effect dan dapat diisi ulang. Baterai litium memiliki daya serap yang tinggi, ringan, kepadatan energi yang tinggi dan bisa dipakai berkali-kali. Baterai lithium-ion merupakan baterai yang dapat mengkoversi energi kimia menjadi energi listrik melalui proses elektrokimia, dimana komponen sel baterai litium terdiri dari elektroda, elektrolit dan separator. Namun, selain memiliki banyak kelebihan baterai lithium-ion memiliki kekurangan diataranya harganya relatif mahal, life time nya relatif singkat, dan akan terdegradasi jika benar-benar habis. Dikarenakan harga dari baterai lithium-ion sangat mahal, solusinya adalah dengan mengganti jenis baterai, atau dengan membuat baterai dengan harga relatif murah. Solusi yang paling tepat adalah membuat elektroda baterai lithium-ion dari bahan alam, yaitu nanopartikel iron oxide ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).

Menurut Maylani (2015) Kelebihan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yaitu dapat dipisahkan dari media dengan proses magnetik yang sederhana, efisien, ekonomis dan tidak beracun. Magnetit dikenal juga sebagai black iron oxide, magnetic iron ore, loadstone, ferrousferit, atau hercules stone yang menunjukkan kemagnetan paling kuat di antara oksida-oksida logam transisi. Sehingga memiliki potensi yang besar untuk dijadikan sebagai anoda pada baterai lithium-ion.

## METODE PENELITIAN

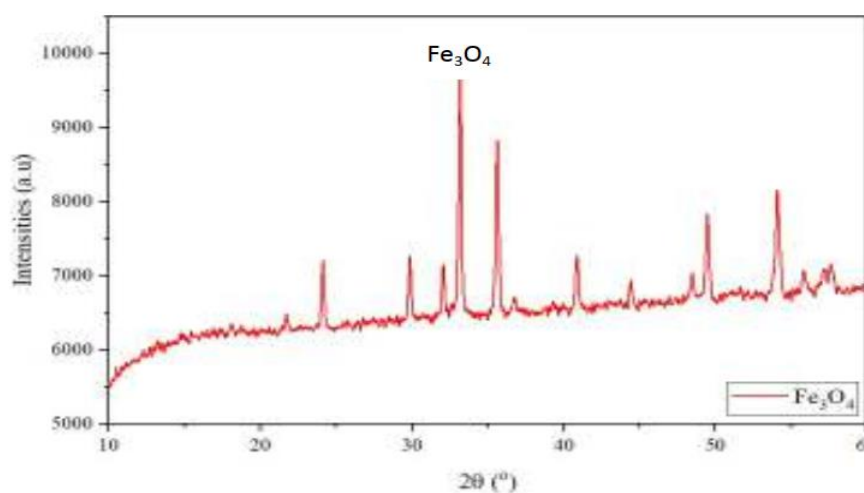
Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu magnet permanen, beaker glass, labu ukur, spatula, neraca digital, gelas ukur, Hot Plate, Oven, ayakan 145 mesh, Magnetit Stirer, termometer, , corong,, SEM, XRD dan LCR Meter. Bahan-bahan yang digunakan meliputi pasir besi ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), air ( $\text{H}_2\text{O}$ ), asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), asam oksalat ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ ), Etylen Glicol ( $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ ), PolyVinylidence Fluoride (PVDF), TetraHydroFuran/THF ( $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ ), aquabidest dan Oksida Grafena tereduksi (rGO).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  diawali dengan pemurnian sampel dengan cara mengambil pasir besi terlebih dahulu menggunakan magnet, bertujuan hanya pasir besi aja yang terangkat, karena magnet mempunyai nilai tarik terhadap unsur logam pada pasir besi. Pengambilan dilakukan di pantai Syiah Kuala, Banda Aceh, Aceh. Pasir besi yang telah diambil dicuci dengan akubidest untuk menghilangkan impuritis yang terangkat pada pengambilan. Selanjutnya sampel dijemur sampai kering, lalu dihaluskan dengan blender dan difiltrasi dengan ayakan 145 mesh sebanyak 10 kali untuk memperoleh ukuran partikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang lebih kecil, seharusnya dalam proses ini digunakan ball mill tapi karena alat yang ingin dipakai di Lab Fisika Material USK ada sedikit kendala, maka digunakan blender. Menurut Abdullah, dkk (2019) menyatakan bahwa semakin kecil ukuran partikel maka semakin besar luas permukaan dan volumenya. Lalu dilakukan pengambilan nanopartikel 10 kali menggunakan magnet permanen. Kemudian nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  tersebut dilakukan pengujian karakterisasi dengan menggunakan XRD untuk mengetahui struktur kristal sampel dan ukuran dengan Persamaan Debye Scherrer dan SEM untuk mengetahui morfologi dan juga ukuran.

### X-ray Diffraction (XRD)

Berdasarkan hasil pengujian instrumen X-Ray Diffraction (XRD) memberikan informasi spesifik eksistensi mengenai fasa apa saja yang terkandung di dalam sampel. Pola XRD digambarkan dalam bentuk profil difragtogram (kurva dengan puncak-puncak), sebagai absis adalah sudut difraksi  $2\theta$  dan ordinat adalah kalkulasi intensitas difraksi. Analisa XRD dilakukan dengan mencocokkan data ICSD (Inorganic Crystal Structure Database).



**Gambar 1.** XRD Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$

Hasil identifikasi Gambar 1 memperlihatkan pola XRD sampel nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> diperoleh 5 buah puncak dominan pada sudut 2θ yaitu 33,165°, 35,616°, 54,08°, 49,458° dan 24,14°. Adapun puncak tertinggi adalah pada sudut 2θ = 33,165° dengan intensitas 2.383.

**Tabel 1** Diameter nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> berdasarkan nilai XRD

No.	2theta	FWHF	Ukuran Partikel D (nm)	Ukuran Rata-Rata Kristal D (nm)
1	33,165	0,203	40,832	39,726
2	35,616	0,217	38,470	
3	54,080	0,219	40,764	
4	49,458	0,228	38,412	
5	24,139	0,221	36,809	
6	29,856	0,201	40,843	
7	40,858	0,218	38,852	
8	32,063	0,193	42,828	

Dari Tabel 1 didapatkan ukuran partikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> yang berukuran nanopartikel dengan Ukuran terkecil 36,809 nm yang diperoleh pada sudut 2θ = 24,139 dan didapatkan ukuran rata-rata 39,726 nm. Adapun partikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> yang diperoleh sudah dalam bentuk Nanopartikel. Sedangkan komposit hanya penambahan saja dan sudah bisa disebut sebagai partikel nano. Walaupun bahan PVDF yang kita tambahkan bukan ukuran nano.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dari analisis sifat listrik, sehingga dapat disimpulkan bahwa sifat listrik terbaik terhadap Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PVDF diperoleh pada rasio 10:30. Semakin banyak komposisi matriksnya PVDF terhadap Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> maka akan semakin besar nilai sifat listriknya. Tapi beda dengan penambahan rGO terhadap nanokomposit Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PVDF yaitu semakin banyak rGO maka nilai sifat listriknya akan semakin menurun.

## SARAN

Pengembangan penelitian maka diperlukan peralatan yang memadai seperti pada proses pengecilan ukuran (*Ball Mill*), pada proses pengadukan dibutuhkan alat yang bisa diatur suhu dan putaran (rpm) yang tetap (*Hot Plate Constant*) dan pada proses pelarutkan sampel dengan larutan THF (*Ultrasoniccleaner*).

---

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pembimbing yang telah memberikan bimbingan untuk terselesaikannya artikel ilmiah ini, selesainya penulisan artikel ini tidak terlepas dari sumbangsih pikiran dan saran dari para pembimbing. Penelitian ini merupakan Hibah Dosen Pemula dengan melibatkan mahasiswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah., Mikrajuddin dan Khairurrijal. (2009). Karakterisasi Nanomaterial. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Aflahannisa, A dan Astuti, A. (2016). Sintesis Nanokomposit Karbon-TiO<sub>2</sub> Sebagai Anoda Baterai Lithium. Jurnal Fisika Unand. (4)5.
- Maylani, A, S. (2015). Preparasi Nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (Magnetit) serta Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Logam Kadmium. Skripsi. Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.