

ANALISIS SIFAT LISTRIK NANOKOMPOSIT $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PVDF}$ YANG DISINTESIS DENGAN METODE *SOL GEL* UNTUK APLIKASI ELEKTRODA BATERAI LITHIUM ION

Rahmi^{*)}, Ramli dan Yenni Darvina

*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang,
Jalan Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang 25131*

^{*)} rahmistr26@gmail.com

ABSTRACT

As technology develops at this time, all electronic components require a voltage source. One source of voltage is the battery. West Sumatra is one area that is rich in eccentrics. Iron ore content in Tiram Beach in West Sumatra is 34.015%, followed by other elements as pollutants. However, basically there is still a lack of public knowledge about nano materials. Nano composite is a mixture of matrix and filler with a certain composition. This study aims to find out which is good for making lithium batteries. The requirement for making lithium batteries is high conductivity and high capacitance. At this time also look at the properties of Fe_3O_4 nano compresses. Based on experiments that have been carried out will produce Fe_3O_4 and PVDF, the greater the value of electrical conductivity and capacitance will be. The conductivity values obtained were 437082.9 S / m, 8337755 S / m, 753969 S / m, 9300430 S / m, 1034708 S / m and the capacitance value was 35.94 μF , 37.8 μF , 5.2 μF , 194 μF , 2.68 μF . Based on the results that can be used is a large amount of 10 ml: 30 ml.

Keywords : Nanopartikel Fe_3O_4 , Nanokomposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PVDF}$, Sifat Listrik, Baterai Lithium, Spin Coating

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada saat sekarang ini semua komponen elektronika membutuhkan sumber energi. Salah satu sumber energi adalah baterai. Baterai adalah salah satu komponen elektronika yang dapat mengkonversi energi kimia menjadi listrik. Salah satu baterai yang banyak digunakan saat sekarang ini adalah Baterai Lithium^[1]. Baterai Lithium merupakan Baterai yang digerakkan oleh ion Lithium. Baterai Lithium adalah Baterai isi ulang yang sangat menjanjikan karena memiliki kapasitas energi yang tinggi, siklus hidup yang panjang, dan dampak lingkungan yang rendah^{[2]; [3]}. Baterai Lithium banyak digunakan sebagai Baterai laptop, smartphome, dan kendaraan listrik^[4]. Berdasarkan penelitian dari Thowil dkk^[5] tentang analisis perbandingan *baterai lithium*, *lead acid* dan *lithium metal* diketahui bahwa baterai Lithium memiliki kelebihan yaitu baterai lithium relatif ringan, dan memiliki kepadatan energi yang tinggi. Namun, selain memiliki banyak kelebihan baterai lithium memiliki kekurangan di antaranya harganya relatif mahal, *Life Time* nya relatif singkat, dan hancur jika benar-benar habis. Dikarenakan harga dari baterai lithium 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 dari bahan alam, yaitu nanokomposit iron oxide (Fe_3O_4) yang dicampurkan dengan *Poly Vinylidene Fluoride* (PVDF).

Sumatera barat adalah salah satu daerah yang kaya akan unsur besi. Berdasarkan penelitian yang

telah dilakukan oleh^[4] diketahui di Pantai Tiram, Sumatera Barat diketahui ada bahan magnetik dan diikuti oleh unsur lainnya sebagai pengotor Data XRF kandungan besi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Bijih Besi Pantai Tiram Sumatera Barat menurut Rianto dkk, 2017

No	Oksida	Komposisi
1.	SiO_2	36.09%
2.	Fe_2O_3	34.015 %
3.	Al_2O_3	10.034%
4.	MgO	8.068%
5.	TiO_2	7.804
6.	CaO	1.134

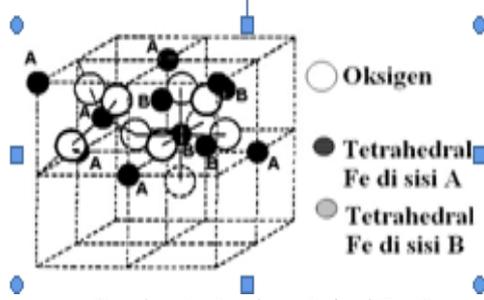
Tabel 1 memperlihatkan bahwa maghemit adalah unsur penyusun utama dari pasir pantai tiram Sumatera Barat. Namun karena kurangnya pengetahuan masyarakat tentang struktur nano, bahan alam di Sumatera Barat belum dieksplorasi secara intensif. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi yang baik agar nanokomposit dapat diaplikasikan sebagai Elektroda Baterai Lithium.

PVDF adalah salah satu polimer yang memiliki banyak kelebihan di antaranya adalah memiliki beberapa fase kristal yang baik dan berorientasi pada kepuasan. Selain memiliki struktur yang baik PVDF juga memiliki sifat sebagai material piezoelectric, gelombang mikrowave, dan bidang biomedis^[7].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan^[8] partikel Fe_3O_4 menghambat rantai rekonstruksi polimer dalam kristal. Menurut^[9] semakin banyak PVDF maka akan semakin besar nilai konduktivitasnya.

Konduktivitas listrik yang besar dapat menjadikan nanokomposit banyak diaplikasikan diberbagai bidang, diantaranya pada Baterai, devais elektrokimia, material gelombang absorband dll.

Karakterisasi material menjadi nano sangat perlu dilakukan agar kebutuhan Fe_3O_4 dalam industri teknologi modern berbiaya murah dapat terpenuhi. Akhir-akhir ini, penggunaan material fungsional cukup signifikan, karena material fungsional sangat dibutuhkan dalam teknologi modern dan garis depan dalam penelitian material menurut pendapat [10]. Aplikasi dari material fungsional ini mencakup aplikasi pada listrik, dielektrik, elektromagnetik, optikal, dan magnetik. Saat ini, material fungsional sudah banyak diadopsi dalam divais elektronik modern.



Gambar 1. Struktur Spinel Fe_3O_4

Struktur tetrahedral: ion Fe dikelilingi oleh empat oksigen. Struktur oktahedral: ion Fe dikelilingi oleh enam ion Oksigen. Material ferimagnetik atau biasa disebut ferit adalah bahan magnetik yang mempunyai sifat khas yaitu keras, rapuh, tahan terhadap panas dan zat kimia, mempunyai tahanan jenis listrik yang tinggi, sehingga banyak digunakan dalam bidang elektronika. Ferit dapat termagnetisasi secara spontan pada temperature Currie dan bersifat paramagnetik untuk temperatur di atas temperatur Currie.

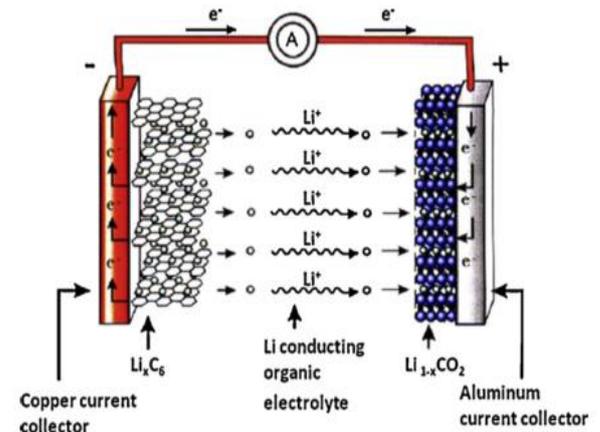
Metoda sol gel merupakan metode untuk pembuatan partikel dalam orde Nano, metode sol gel memakai teknik basah karena prosesnya melibatkan larutan sebagai medianya. Metode yang dapat digunakan dalam penumbuhan lapisan tipis salah satu metoda yang dapat digunakan yaitu metoda *coating* (pelapisan putar), dimana teknik ini menggunakan sebuah substrat kemudian diputar dengan kecepatan dan dengan waktu tertentu.

Teknik sol gel merupakan salah satu teknik basah karena pada prosesnya melibatkan larutan sebagai medianya. Pada sol gel, sesuai dengan namanya larutan mengalami perubahan fase menjadi sol (koloid yang mempunyai padatan tersuspensi dalam larutannya) dan kemudian menjadi gel (koloid tetapi mempunyai fraksi solid yang lebih besar dari pada sol. Sol adalah suspensi koloid yang fasa terdispersinya berbentuk padat dan fasa pendispersinya berbentuk cairan. Suspensi dari partikel padat atau molekul- molekul koloid dalam

larutan, dibuat dengan metal alkoxi dan dihidrolisis dengan air, menghasilkan partikel padatan metal hidroksida dalam larutan, dan reaksinya adalah reaksi hidrolisis. Gel (*gelation*) adalah jaringan partikel atau molekul, baik padatan dan cairan, dimana polimer yang terjadi di dalam larutan digunakan sebagai tempat pertumbuhan zat anorganik. Pertumbuhan anorganik terjadi di gel point, dimana energi ikat lebih rendah.

Spin Coating merupakan salah satu metode pembuatan lapisan tipis dengan menggunakan putaran. Metode spin coating cukup sederhana, dapat dilakukan pada suhu kamar, dan efektif untuk pembuatan lapisan tipis. Pada penelitian ini larutan diaging selama 48 jam. *Aging* adalah penyimpanan larutan dalam kurun waktu tertentu yang bertujuan untuk mendapatkan kondisi optimal dari larutan sebelum dideposisikan pada substrat. Dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis lapisan Fe_3O_4 menggunakan metode electrodeposisi dan spin coating.

Baterai adalah komponen elektronika yang mengubah energi Listrik pada sebuah rangkaian tertutup. Konversi elektrodinamika terjadi pada dua elektroda yaitu katoda dan anoda. Reaksi alami adalah tergantung pada komposisi bahan kimia dan Elektoda. Kekuatan Baterai banyak ditentukan oleh area atau daerah elektroda dan hubungan elektroda, yang hubungannya ditentukan oleh Massa dan volume dari material aktif pada pengisian ulang baterai. Jika beban keluarannya mirip dengan power Suply maka arah electron (dari lithium ion) akan berhenti dan Baterai akan terisi. Bentuk Prinsip kerja dari Baterai Lithium dapat dilihat pada Gambar 2.

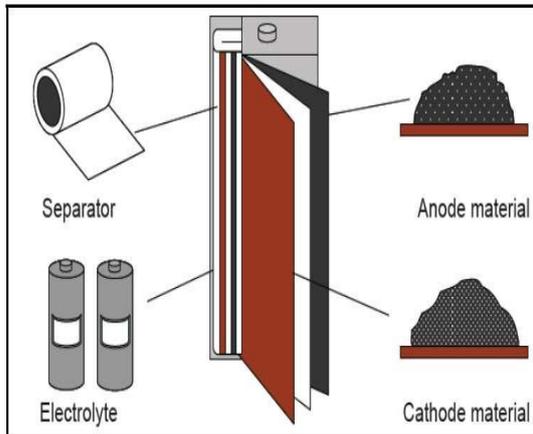


Gambar 2. Prinsip Kerja Baterai Lithium Ion

Gambar 2. Menjelaskan bahwa jenis konfigurasi ion Lithium. Secara umum Baterai lithium Ion dapat digambarkan C / $LiPF_6$ pada EDCMC / $LiMO_2$. Berdasarkan reaksi reversible dapat diketahui 2 Elektroda bersamaan perpindahan dan penambahan elektron. Hal ini disebabkan oleh Energi Lithium ion sangat Tinggi, hal inilah yang

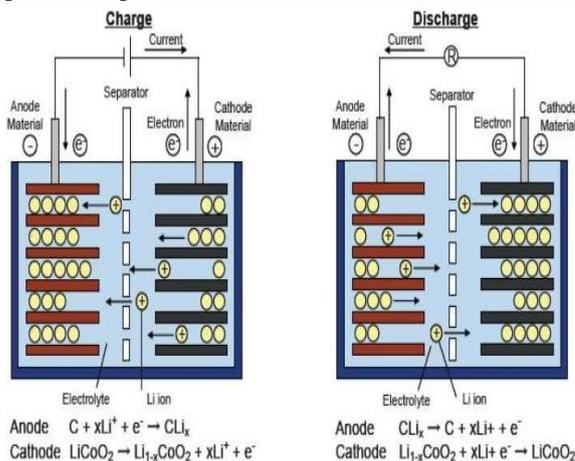
membuat banyak orang yang ingin memasarkan Baterai Lithium Ion.

Baterai lithium memiliki 4 komponen penting yaitu katoda (elektroda positif), anoda (elektroda negatif), material komersial. Material komersial itu biasanya menggunakan grafit. Bentuk bagian komponen dari baterai lithium dapat dilihat pada Gambar 3.



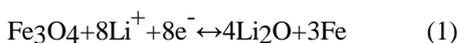
Gambar 3. Komponen utama dari Baterai Lithium (Scrorasti dan Grace, 2010)

Bahan anoda diperlukan ada Baterai Lithium karena logam Li menyebabkan hubungan pendek memulai reaksi termal cepat pada katoda dan anoda. Karena itulah logam li mudah terbakar dan siklus hidupnya pendek. Prinsip kerja Baterai Lithium dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Prinsip Kerja dari Baterai Lithium

Mekanisme penyimpanan Lithium dari oksida besi di anoda berdasarkan reaksi redox (reduksi-oksidasi) dimana oksida besi di reduksi menjadi nanokluser logam yang tendispersi dalam matriks LiO pada intigasi kemudian dipulihkan kembali keadaan oksida awal selama destilasi atau penguapan Lithium dari anoda. Bentuk reaksi nya adalah:



Nanokomposit $Fe_3O_4/PVDF$ dapat dibuat sebagai berbagai aplikasi diantaranya sebagai baterai, devais elektronika lainnya dikarenakan memiliki nilai magnetik dan optik yang tinggi [2]. Hal inilah yang menyebabkan nanokomposit $Fe_3O_4/PVDF$ banyak menjadi perhatian untuk dijadikan untuk berbagai aplikasi.

Nanokomposit dapat dianggap sebagai struktur padat dengan dimensi berskala nanometer yang berulang pada jarak antar-bentuk penyusun struktur yang berbeda. Material-material dengan jenis seperti itu terdiri atas padatan inorganik yang tersusun atas komponen organik. Selain itu, material nanokomposit dapat pula terdiri atas dua atau lebih molekul inorganik/organik dalam beberapa bentuk kombinasi dengan pembatas antar keduanya minimal satu molekul atau memiliki ciri berukuran nano.

Metode sol gel adalah metode basah untuk menumbuhkan lapisan tipis dalam orde nano. Akhir-akhir ini, penggunaan material fungsional cukup signifikan, karena material fungsional sangat dibutuhkan dalam teknologi modern dan garis depan dalam penelitian material menurut pendapat [3]. aplikasi dari material fungsional ini mencakup aplikasi pada listrik, dielektrik, elektromagnetik, optikal, dan magnetik. Saat ini, material fungsional sudah banyak diadopsi dalam divais elektronik modern [4]. Pada penelitian ini dibuat nanokomposit dari bahan Fe_3O_4 yang dicampurkan dengan *Poly Vinylidene Fluoride* (PVDF).

Metode sol gel adalah metode basah untuk menumbuhkan lapisan tipis dalam orde nano. Akhir-akhir ini, penggunaan material fungsional cukup signifikan, karena material fungsional sangat dibutuhkan dalam teknologi modern dan garis depan dalam penelitian material menurut pendapat [3]. aplikasi dari material fungsional ini mencakup aplikasi pada listrik, dielektrik, elektromagnetik, optikal, dan magnetik. Saat ini, material fungsional sudah banyak diadopsi dalam divais elektronik modern [4]. Pada penelitian ini dibuat nanokomposit dari bahan Fe_3O_4 yang dicampurkan dengan *Poly Vinylidene Fluoride* (PVDF).

Nanokomposit $Fe_3O_4/PVDF$ adalah campuran dari Fe_3O_4 dan polimer PVDF yang memiliki nilai magnetik dan optik yang sangat bagus [6]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Abdullah [9]. partikel fe_3O_4 menghambat rantai rekontruksi polimer dalam kristal. Menurut [9] semakin banyak PVDF maka akan semakin besar nilai konduktivitasnya.

Penelitian tentang Komposit $Fe_3O_4/PVDF$ telah dilakukan sebelumnya menggunakan metode pengecoran terlarut. Nanopartikel dari konglomerat ditemukan berukuran 50 nm-5µm. Ukuran

konglomerat akan bertambah dengan bertambahnya matriks Fe₃O₄.

Banyak cara yang digunakan dalam penumbuhan lapisan tipis diantaranya dapat secara fisika dan kimia. Metode secara fisika seperti dengan DC magnetron sputtering, sputtering^[13] screen printing, semprot pirolisis dll dan secara kimia antara lain uap kimia. Namun, metode dari fisika memiliki kekurangan diantaranya membutuhkan instrumen yang canggih, dan memerlukan biaya operasi yang tinggi serta pada secara kimia memiliki kekurangan tidak bisa diproduksi dalam jumlah yang besar karena membutuhkan vacuum^[14].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Yuliana dkk, 2016 dimana dalam penelitiannya menggunakan Fabrikasi Komposit Graphen sebagai Elektoda Lithium Ion dengan mengkarakterisasi Konduktivitas Listriknya. Dimana didapatkan hasilnya nilai konduktivitasnya tinggi serta memiliki struktur yang bagus. Namun, harga Graphen relatif mahal, sehingga pada penelitian ini Graphen nya diganti dengan nanokomposit Fe₃O₄ / PVDF. Alat karakterisasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah XRD untuk mengetahui struktur kristal dan ukuran butirnya, SEM untuk mengetahui morfologi dan ukuran butirnya, FTIR untuk mengetahui gusung fusi Fe₃O₄/ PVDF serta menggunakan LCR Meter untuk mengetahui konduktivitas dan kapasitansi listrik dari bahan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian Eksperimen, dimana pada penelitian ini menggunakan alat karakterisasi yaitu HEM-E-3D (untuk membuat partikel menjadi berukuran nano). SEM XRD dan XRD. XRD digunakan untuk mengetahui struktur kristalnya, dan SEM untuk mengetahui morfologi dari suatu sampel dan untuk mengetahui ukuran butirnya, serta LCR Meter yang digunakan nilai kapasitansi Listriknya. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika UNP, Laboratorium Kimia UNP, dan Laboratorium Fisika Material Unand.

Pelaksanaan Penelitian

Prosedur dalam pembuatan sampel adalah :

a. Tahap Pemurnian Sampel

Sampel pasir besi yang digunakan adalah sampel yang telah diambil di pantai Tiram, pariaman. Sampel yang telah diambil dimurnikan dengan magnet permanen, lalu dicuci dengan aquabidest, di haluskan, disaring dengan ayakan 100 mesh, dicuci dan dikeringkan, ditarik dengan magnet permanen sebanyak 10 kali, .lalu diuji menggunakan XRF. Kemudian diuji XRD nya.

b. Tahap Pembuatan prekursor

Prosedur pembuatan Fe₃O₄/PVDF menjadi larutan antara lain sesuai dengan penelitian^[14] dengan membuat sol Gel prekursor (Fe(NO₃)).9H₂O dan larutan PVDF. Prosedur pembuatan prekursor yaitu: mereaksikan 4,35 gram Fe₃O₄ dengan 11,25 gram asam oksalat dan asam nitrat 10,25 ml HNO₃ diaduk dengan magnetik stirer pada suhu 110 °C. Menimbang sampel menjadi 3,5 gram lalu menambahkan etylen Glicol sebanyak 13,75 ml, diaduk dengan magnetik stirer, lalu panaskan sambil mengaduk pada suhu 80 °C selama 2 jam.

c. Tahap pembuatan Nanokomposit

Pembuatan nanokomposit Fe₃O₄ menggunakan system pelarutTetrahydrofuran (THF) dengan langkah-langkah sol gel Fe₃O₄ dilarutkan kedalam pelarut tethahyrofluoran menggunakan ultrasonic cleaner selama 2 jam. Setelah itu, PVDF:PVDF dimasukkan (30:70) dicampurkan dengan magnetid stirer pada suhu 70 °C samapai larut secara menyeluruh. Memanaskan dengan Hot Plate sambil mengaduk dengan pengaduk magnet pada kecepatan putar 250 rpm.

d. Penumbuhan Lapisan tipis

Untuk menumbuhkan lapisan tipis digunakan Spin Coter. Berdasarkan penelitian Rianto dkk, 2017 kecepatan coating yang digunakan adalah 1000 rpm, agar berukuran nano. Larutan THF ditambahkan dengan PVDF selama 1 hari. Setelah itu d buat film tipis dengan kecepatan putar 1000 rpm selama 60 sekon^[3]. Setelah itu d anelling 300 °C selama 30 jam^[15].

e. Karakterisasi

Karakterisasi dilakukan menggunakan XRD, SEM dan LCR Meter.

Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti diagram alir seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5. Setelah jadi lapisan tipis yang tumbuh sempurna, lalu sampel diuji konduktivitas dan kapasitansinya menggunakan LCR Meter. Berdasarkan percobaan data yang didapatkan berupa Resistansi dan Kapasitansi. Dari resistivity akan diolah menggunakan rumus:

$$\rho = R \cdot t \cdot p / l \quad (2)$$

dan

$$\sigma = 1 / \rho \quad (3)$$

dengan

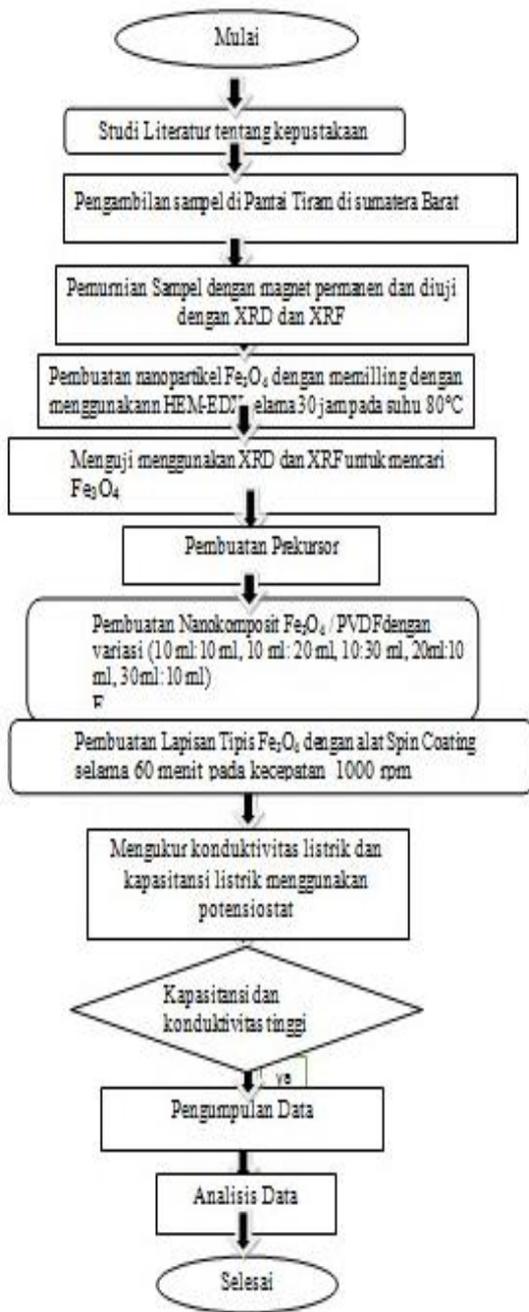
σ : konduktivitas listrik (S/m)

R : resistansi (Ω m)

ρ : resistivitas(Ω)

L : ketebalan sampel (m)

A : luas penampang sampel (m²)

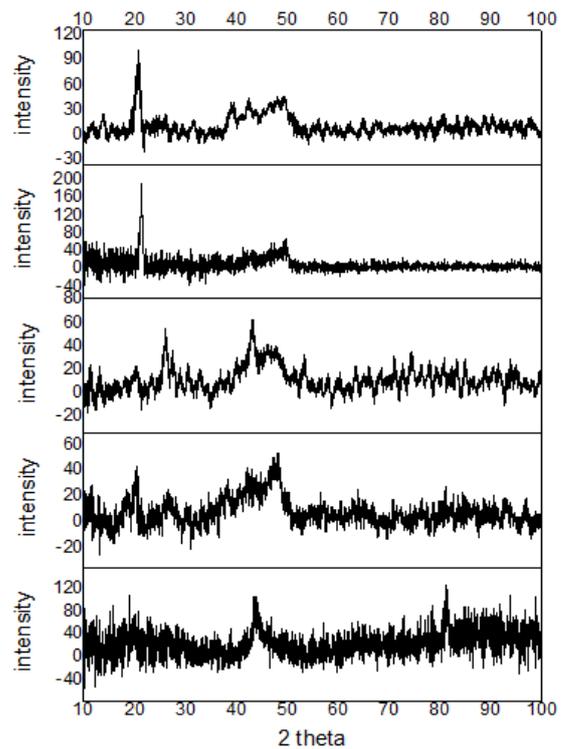


Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Struktur Kristal

Bentuk hasil uji XRD untuk setiap variasi dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik pengaruh komposisi terhadap struktur Kristal

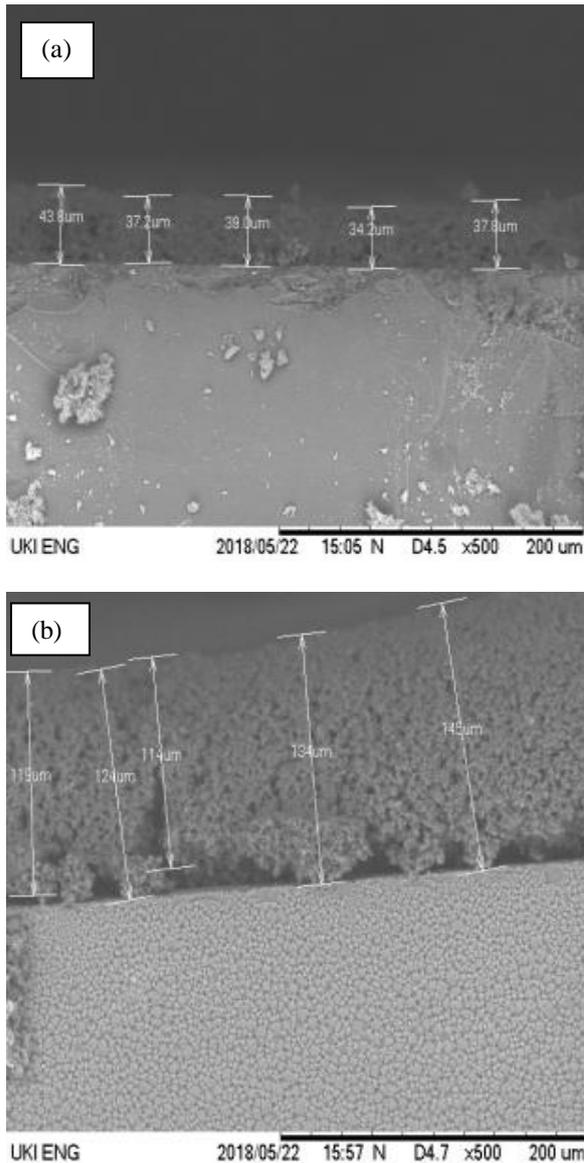
Gambar 6 memperlihatkan bahwa semakin besar komposisi Matriksnya maka ukuran butirnya akan semakin kecil dan akan banyak pola 2 theta yang terbentuk. Margani dkk, 2014 telah melakukan penelitian tentang pengaruh variasi terhadap strukturnya, dimana semakin banyak PVDF yang dimasukkan kedalam Fe₃O₄ maka semakin kecil Fluks membrannya dan akan semakin kecil pula ukuran butirnya.

2. Data Ketebalan SEM

Berdasarkan pengukuran yang dilakukan dengan SEM didapatkan data ketebalannya, bentuk analisis dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7. menggambarkan pengukuran yang telah dilakukan dengan menggunakan SEM, pengaruh komposisi yang didapatkan adalah pada variasi 38,23 nm, 127,2 nm, 11,88 nm, 27,9 nm. Semakin besar komposisi Fe₃O₄ yang ditambahkan maka akan semakin kecil ketebalannya. Hal ini juga telah dilakukan oleh Vegonopal dkk, 2014, dimana ia meneliti pengaruh penambahan fraksi konsentrasi PVDF yang ditambahkan dengan Fe₃O₄. Ia mendapatkan semakin banyak komposisi FeO₄ yang ditambahkan maka akan semakin tipis ketebalannya.

Berdasarkan pernyataan diatas dapat diketahui bahwa komposisi Fe₃O₄ dapat membuat lapisan menjadi makin tipis.



Gambar 7. Hasil SEM pengukuran ketebalan dengan variasi komposisi perbesaran 500 x (a) 10:10 dan (b) 10:20

3 Konduktivitas dan Kapasitansi Listrik

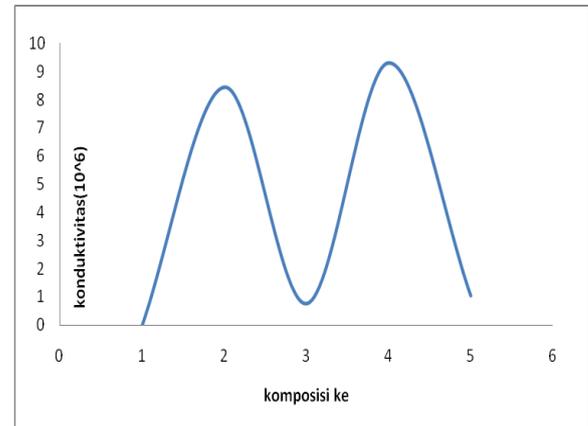
Berdasarkan pengukuran dengan menggunakan LCR Meter maka didapatkan data Konduktivitas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Data Kapasitansi dan Konduktivitas dengan LCR

Variasi (ml)	R (Ω)	Kapasitansi (S/m)	Konduktivitas
10:10	58,99	437082,9	35,94
10:20	9,97	8437755	37,8
10:30	10,427	753969	5,2
20:10	9,015	93000430	194
30:10	34,64	1034708	2,68

Berdasarkan data LCR Meter dimana dapat terlihat resistivitas, konduktivitas dan kapasitansi

dari bahan. Berdasarkan penelitian dapat terlihat bahwa pada komposisi Fe₃O₄ yang banyak maka nilai konduktivitasnya paling tinggi. Variasi yang baik adalah 10ml:30 ml. Semakin besar nilai matriks nya akan semakin besar pula nilai konduktivitasnya. Grafik Hubungan komposisi terhadap konduktivitas dapat dilihat pada Gambar 8.

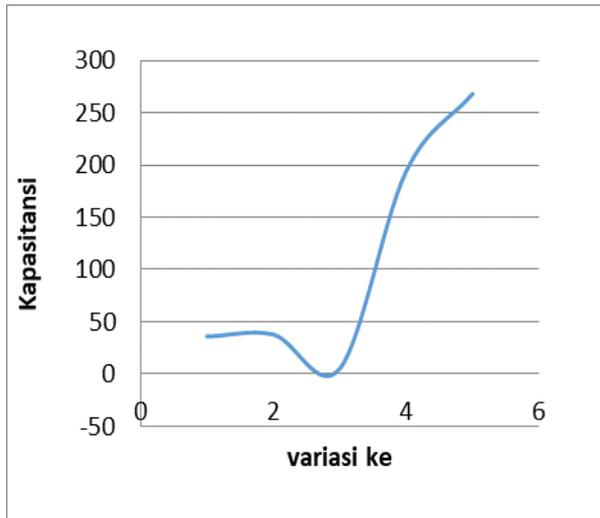


Gambar 8. Pengaruh Variasi Komposisi Terhadap Konduktivitas Listrik.

Gambar 8. Memperlihatkan bahwa variasi yang baik adalah pada komposisi 20ml:10 ml. Karena nilai konduktivitasnya paling tinggi yaitu diatas 8000. Dapat diketahui pada Grafik konduktivitas paing tingi adalah pada perbandingan 10:20.

Pengujian dengan menggunakan XRD didapatkan bahwa semakin banyak Fe₃O₄ dan PVDF yang digunakan maka akan banyak puncak Fe₃O₄ / PVDF yang muncul dan ukuran butirnya akan semakin kecil. semakin banyak jumlah Fe₃O₄ maka akan semakin kecil ukuran kristalnya. Ukuran butir yang didapatkan adalah 1,93 nm untuk 10:10 ml, 2,037 nm untuk 10:20 ml, 1,427 nm untuk 10:30 ml, 3,004 nm untuk 20:10 ml, dan 1,879 nm untuk 30:10 ml. Margani dkk (2014) mengatakan bahwa semakin banyak PVDF dalam larutan maka akan semakin kecil flus membrannya dan semakin kecil pula modulus youngnya. Hal ini membuktikan bahwa percobaan telah sesuai dengan teori.

Selain mendapatkan data konduktivitas listrik, berdasarkan pengukuran dengan LCR Meter mendapatkan hasil kapasitansi listrik. Bentuk hubungan antara komposisi dengan kapasitansi pada frekuensi 120 hz dapat dilihat di Gambar 9.



Gambar 9. Pengaruh komposisi terhadap kapasitansi listrik

Gambar 9. Menunjukkan bahwa pada variasi komposisi 10:10 dan 10:20 nilai kapasitansi nya bernilai besar, pada variasi berikutnya mengalami penurunan kapasitansi. Nilai komposisi terbaik adalah pada variasi kelima yaitu perbandingan 30:10.

Berdasarkan data yang didapatkan bahwa semakin besar nilai Fe_3O_4 dan PVDF maka nilai konduktivitas nya tinggi pula. Vegunopal, 2014 mengatakan bahwa semakin besar komposisi matriks (PVDF) nya maka akan semakin besar pula nilai konduktivitas listriknya. Semakin besarnya nilai konduktivitas karena besarnya komposisi matriksnya membuktikan bahwa percobaan telah sesuai dengan teori. Variasi 10:30 di penelitian seharusnya nilai konduktivitasnya semakin besar namun, nilai konduktivitasnya jadi semakin kecil, hal ini terjadi kesalahan.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Pengaruh komposisi terhadap ukuran butir adalah semakin besar komposisi matriks nya semakin kecil ukuran butirnya, dan sebaliknya. Hal ini sesuai dengan teori dan sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan.
2. Semakin banyak komposisi matriksnya maka akan semakin besar nilai konduktivitas listriknya.
3. Komposisi filler dan matriks yang baik adalah saat polimer atau matriksnya lebih banyak dibandingkan filler nya, yaitu pada komposisi 10 ml:30 ml.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diucapkan kepada bapak Dr. Ramli, M.Si dan ibu Dra.Hj.Yenni Darvina M.Si

yang telah memberikan bantuan baik saran dan dana pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alam., Baterai. Scribd Baterai (2007).
- [2] Liu, C., Li,F., Ma, L-P dan Cheng, H.M. application of nanocomposite, *Advance Material for energy*. (2010)
- [3] Zhou, X., Dai, Z., Liu, S., Bao, J., dan Guo, Y-G., (2014), Ultra-Uniform $\text{SnO}_x/\text{Carbon}$ Nanohybrids toward Advanced Lithium-Ion battery Anodes, *Advanced Materials*. Vol. 26, hal. 3943-3949.
- [4] Rianto, Debi., Ramli., Hidayati. Analisis Orientasi Kristal Dan Morfologi Lapisan Tipis Magnetid (Fe_3O_4) Berbahan Pasir Tiram Yang Berbahan Alam Yang Ditumbuhkan Dengan Metode Solgel. *E-jurnal* vol 13-15.(2017).
- [5] Thowil Muhammad afif, Ilham Ayu Pratiwi., *Analisis Perbandingan Baterai ion, Lithium Polimer lead Aced dan Nikel-metal Hybride pada pebggunaan Mobil Listrik*, Jurnal Rekayasa Listrik Vol. 6:95-99. 2015.
- [6] Chuncua Xu, Chunfa Ouyang, Runping Jia, Yongshen Li, Xia wang., Magnetic and optical Properties of Poly(vinylidene difluoride)/ Fe_3O_4 Nanocomposite prepared by cprecipitation approach, *Journal of Applied polymers science*, vol. 111, 1763-1768(2009).
- [7] Tsonas; C Pandis; N sains, D sakelar; E Mirovol; skriptou; E iores multifunctional nanocomposite of poly (vynilidens fluoride) renfourforced carbon natubes and magnet nano and nano partikel. *Express Polymer Later*. Vol.9 no. 12(2015): 1104-1118. 2015
- [8] Adullah. 2009. *Pengantar Nano sains*. Bandung: ITB.
- [9] Vegunopal,AP;Cespedes O;Russell. Controlling Dielectric and Magnetic Properties of PVDF/ Magnetite Nanocompsit Fiber Web. *Internasional Journal of Polymer Sains* Volume 2014, artikel id 102946.2014.
- [10] Chung, F., Liang., j.,Tao Z. dan Chen , *Funcional Materials for Rechargeable*
- [11] Ramli, Riri Jonuarti, Ambran Hartono. Analisis Struktur Nano dan Lapisan tipis Cobalt Ferit yang di Preparasi dengan Metode Sputtering. *Eksakta*, vol118, 2549-7464.(2017).
- [12] Choi, J.W dan Aurbach, D., , Promise and reality of post-lithium-ion batteries with high energy densities, *Nature Reviews Materials*, Vol. 1, hal. 1-16. (2016).
- [13] Jambi, 12 Mei 2017. , (2017).
- [14] Yulfriska, Nidia.,Yenni Darvina., Ramli, Analisis Sifat Optik Dari Lapisan Tipis Fe_3O_4 Yang Dipreparasi Dari Pasir Besi Pantai

- Tiram Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat Dengan Metoda Sol-Gel Spin Coating. *The Journal*. Vol. hal 78-84. (2017).
- [15] Tang, hangsou Nanostructured Magnetite Fe₃O₄ Thin Films Prepared By Sol-Gel Method. *Journal of Magnetis Materials* 282 (2004) 92-95. (2004).
- [16] Tang, hoang sou, Nanostructure magnetid Fe₃O₄ Thin Film Prepared by Sol Gel Merhod, *Journal of Magnetis Material* 282 (2004) 92-95, (2004)
- [17] Tang, hoang sou, Nanostructure magnetid Fe₃O₄ Thin Film Prepared by Sol Gel Merhod, *Journal of Magnetis Material* 282 (2004) 92-95, (2004)