ANALISIS SIFAT LISTRIK LAPISAN TIPIS Fe_3O_4 YANG DIPREPARASI DARI PASIR BESI PANTAI TIRAM KABUPATEN PADANG PARIAMAN SUMATERA BARAT DENGAN METODE SOL-GEL SPIN COATING

Fitria Murti[1)], Ramli[2)], Yenni Darvina[2)]
[1]Mahasiswa Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang
[2]Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang
fitriamurti56@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia is a country that has a considerable amount of mining products such as iron sand that can be found along the beach, one of them is the Tiram Beach in Padang Pariaman district, West Sumatera. Iron sand can be applied to electronics, computing, and the automotive industry sector because it contains magnetic material. Magnetite iron sand is iron oxidation which has the strongest magnetic characteristic, which is made in nano size has ferromagnetic characteristic and has a wide application, the development of ferrite materials in the form of thin layer oriented to recording media and also can be used as a magnetic sensor device. The research is to inquire effect spin coating velocity on conductivity of thin layer.In the research, variation of spin coating velocity 1000 rpm, 2000 rpm, and 3000 rpm are done with the time of 60 seconds toward magnetite gel solution which has been sol-gel, after rotated then the thin layer formed is measured by using four point probe method. The result from research obtained conductivity value that is on velocity 1000 , 2000, and 3000 rpm conductivity value shows that the effect of spin coating velocity on the magnetite thin layer conductivity that is the higher it is spin coating speed, the higher it is the conductivity.

Keywords: *Iron Sand, Conductivity, Spin Coating, Magnetite Thin Layer*

PENDAHULUAN

Indonesia kaya akan hasil tambang seperti pasir besi. Pasir besi *magnetite* memiliki oksidasi besi yang kuat sifat magnetisnya, *magnetite* dapat digunakan dalam bidang biomedis dan bisa dikembangkan menjadi lapisan tipis. *Magnetite* berorde nano memiliki sifat feromagnetik dan dapat dikembangkan menjadi lapisan tipis, dalam ukuran nano sebagian besar dimanfaatkan pada media rekam dan sensor magnetik.

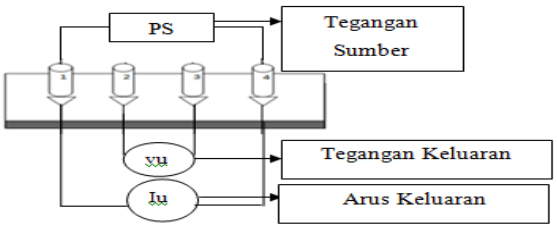
Metoda sol-gel merupakan metode untuk pembuatan partikel dalam orde nano , metode sol-gel memakai teknik basah karena prosesnya melibatkan larutan sebagai medianya[1]. Metode yang dapat digunakan dalam penumbuhan lapisan tipis salah satu metoda yang dapat digunakan yaitu metoda *coating* (pelapisan putar), dimana teknik ini menggunakan sebuah substrat kemudian diputar dengan kecepatan dan dengan waktu tertentu.

Dalam pembuatan sensor magnetik seperti GMR diperlukan pengetahuan mengenai sifat kelistrikan pasir besi. Pasir besi adalah endapan/ sedimen yang memiliki ukuran butir 0,074-0,075 mm, dengan ukuran kasar (5-3 mm) dan halus (<1 mm). Pasi besi umunya mempunyai komposisi utama besi oksida dan silika oksida, serta senyawa-senyawa lainnya[2].

Pasir besi termasuk golongan bahan semikonduktor. Nilai resistansi dapat diperoleh denganpersamaan Hukum Ohm, nilai resistansi tersebut dapat diguanakan untuk menghitung nilai resistivitas sampel, resistivitas menyebabkan suatu bahan tidak dapat menghantarkan panas atau listrik, harga dari resistivitas sendiri berbanding terbalik dengan harga konduktivitas[3]. Konduktivitas dapat mengalirkan panas atau listrik. Nilai konduktivitas dinyatakan dalam persamaan:

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \qquad \text{.....(1)}$$

Lapisan tipis biasanya bersifat konduktor, semikonduktor, superkonduktor, maupun insulator[4]. Nilai resistansi diukur menggunakan metode empat *probe*. Disebut empat *probe* karena ada empat titik kotak yang disentuh pada permukaan sampel. Keempat titik kontak (*probe*) ini memiliki jarak yang sama antara *probe*. Gambar dibawah ini adalah model pengukuran dengan alat ukur FPP .



Gambar 1. Alat Ukur FPP

nilai resistivitas sampel menggunakan metoda *four point probe* dapat dinyatakan pada persamaan.

$$\rho = \frac{\pi t}{\ln 2}\left(\frac{V}{I}\right) \; atau \; \rho = \frac{\pi t}{\ln 2}.R$$

…..……..(2)

Dimana:

v= Beda potensial bahan
ρ= resistivitas bahan
I= arus listrik
t= tebal lapisan lapisan tipis[5].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen. Dimana variabel bebas yaitu variasi putar 1000 rpm, 2000 rpm, dan 3000 rpm, variabel terkontrol yaitu temperatur proses sol-gel 80^0C dengan waktu 2 jam, dan variabel terikat adalah konduktivitas lapisan tipis *magnetite*. Alat yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu.

1. HEM-E3D

Gambar 2. HEM-E3D

2. *Furnance*

Gambar 3. *Furnance*

3. *magnetic stirrer*

Gambar 4. *Magnetite Stirrer*

4. *spin coating*

Gambar 5. *Spin Coating*

5. *Power Supply*

Gambar 6. *Power Supply*

6. Multimeter Digital

Gambar 7. Multimeter Digital

7. Timbangan Digital

Gambar 8. Timbangan Digital

8. Magnet

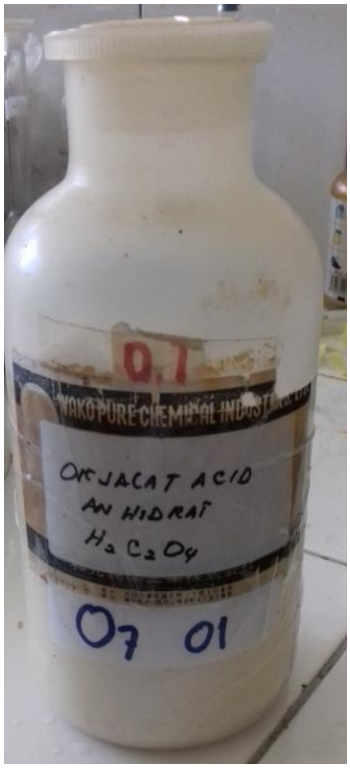
Gambar 9. Magnet

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. pasir besi.

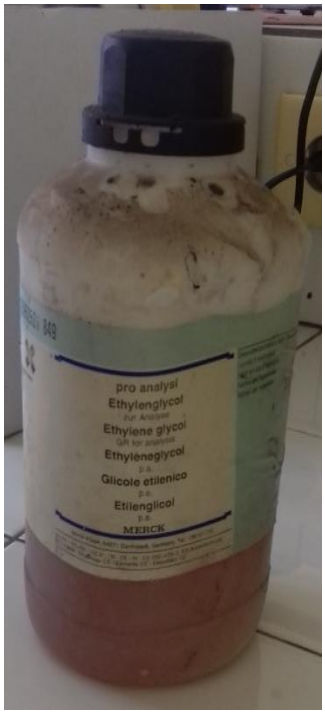
Gambar 10. Pasir Besi

2. Asam Oksalat



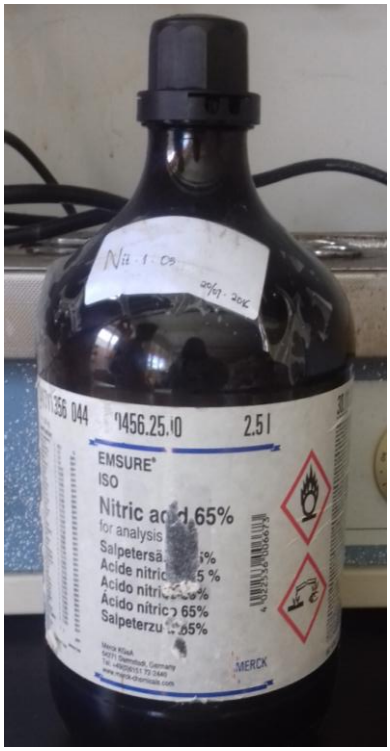
Gambar 11. Asam Oksalat

3. Etilen Glikol



Gambar 12. Etilen Glikol

4. Asam Nitrat



Gambar 13. Asam Nitrat

Prosedur penelitian yaitu mempreparasi sampel yang diambil di pantai lalu dilakukan pemurnian dengan cara ditarik dengan magnet permanen terlebih dahulu sebanyak 30 kali. Setelah itu pasir besi yang telah ditarik tersebut dicuci menggunakan aquabidest, lalu dikeringkan dan setelah dikeringkan ditarik lagi sebanyak 20 kali. Setelah itu sampel dihaluskan dengan menggunakan HEM, penghalusan dilakukan dengan perbandingan sampel dengan bola *milling* 1:10. Dalam proses *milling* dibutuhkan sampel 6 gram dan bla *milling* 60 gram dengan waktu 30 jam[6].

Dalam pembuatan *precursor magnetitet*, precursor yang digunakan yaitu $(Fe(NO_3)_3.9H_2O)$. Pembuatan prekursor $(Fe(NO_3)_3.9H_2O)$ dilakukan pada suhu 110^0C dengan mereaksikan 17,4 gr Fe_3O_4 dan 4,5 gr asam oksalat $(C_2H_2O_4)$ dengan asam nitrat (HNO_3) seabanyak 42 ml serta etilen glikol sebanyak 55 gr[7]. Larutan yang terbentuk dianneling dengan waktu 2 jam dan suhu 80^0C dan diaduk menggunakan sitrer dengan kecepatan konstan.

Larutan *precursor magnetite* diteteskan pada substrat kaca kemudian diputar dengan *spin coater*. Variasi kecepatan putarnya adalah 1000, 2000, 3000 rpm selama 60 detik[7]. Lapisan tipis *magnetite* yang telah terbentuk, dikeringkan pada suhu 110^0 C dengan waktu 15 menit. Setiap lapisan di annealing pada suhu 300^0C[8]. Proses Annealing dilakukan selama 3,5 jam[7].

Untuk mengetahui analisis sifat listriknya selanjutnya diukur menggunakan metoda empat *probe*. Pengukuran ini menggunakan empat *probe* dengan jarak probenya 0,2 cm, *probe* 1 dan *probe* 4 dihubungkan ke *power supply* sebagai tegangan sumber serta multimeter digital *probe* 2 *dan* 3 dihubungkan ke multimeter digital. Data yang diperoleh dari pengukuran dengan metode empat *probe* yaitu nilai tegangan serta arus keluaran, dari pengukuran menggunakan metoda empat *probe* dan data ketebalan SEM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terdiri dari tegangan keluaran dan arus yang diperoleh pada pengukuran menggunakan metoda empat *probe*. Variasi kecepatan adalah 1000 rpm, 2000 rpm, dan 3000 rpm selama 60 detik, dan ketebalannya adalah 25 µm, 24 µm, dan 11 µm. Berikut ini merupakan nilai resistansi, resistivitas, dan konduktivitas dengan kecepatan putar 1000 rpm dan ketebalan 25 µm pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Resistansi, Resistivitas, dan Konduktivitas dengan Kecepatan 1000 rpm.

No	Vs(V)	Vu(mV)	Iu(mA)	R(Ω)	ρ(Ω.m)	$\sigma(\Omega^{-1}m^{-1})$
1	1	3	0.01	300	0.03413	29.2994
2	2	5	0.01	500	0.05688	17.5796
3	3	6	0.01	600	0.06826	14.6497
4	4	7	0.02	350	0.03982	25.1137
5	5	9	0.02	450	0.0512	19.5329
6	6	11	0.02	550	0.06257	15.9815
7	7	13	0.02	650	0.07395	13.5228
8	8	14	0.02	700	0.07964	12.5569
9	9	15	0.03	500	0.05688	17.5796

Dari data tersebut didapatkan nilai rata-rata resistansi sebesar 523,3333 **Ω**, nilai rata-rata dari resistivitas sampel pada 1000 rpm yaitu 0,05954 **Ω**m dan konduktivitas rata-rata sebesar 17,9695 $\Omega^{-1}m^{-1}$.

Data berikut ini merupakan data hasil perhitungan dari nilai resistansi, resistivitas, dan

konduktivitas pada kecepatan 2000 rpm serta ketebalan 24 µm pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Resistansi, Resistivitas, dan Konduktivitas dengan Kecepatan 2000 rpm.

No	Vs(V)	Vu(mV)	Iu(mA)	R(Ω)	ρ(Ω.m)	σ($\Omega^{-1}m^{-1}$)
1	1	3	0.01	300	0.03277	30.5202
2	2	4	0.02	200	0.02184	45.7803
3	3	5	0.02	250	0.0273	36.6242
4	4	6	0.02	300	0.03277	30.5202
5	5	7	0.02	350	0.03823	26.1602
6	6	8	0.02	400	0.04369	22.8901
7	7	10	0.02	500	0.05461	18.3121
8	8	11	0.02	550	0.06007	16.6474
9	9	13	0.02	650	0.07099	14.0862
10	10	14	0.03	466.667	0.05097	19.6201

Dari data tersebut didapatkan nilai rata-rata resistansi sebesar 396,667 Ω, nilai rata-rata dari resistivitas sampel dengan kecepatan 2000 rpm yaitu 0,04332 Ωm dan nilai sebesar 26,1161 $\Omega^{-1}m^{-1}$.

Data di bawah merupakan hasil perhitungan nilai resistansi, resistivitas, dan pada kecepatan 3000 rpm serta ketebalan 11 µm yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Resistansi, Resistivitas, dan Konduktivitas Pada kecepatan 3000 rpm.

No	Vs(V)	Vu(mV)	Iu(mA)	R(Ω)	ρ(Ω.m)	σ($\Omega^{-1}m^{-1}$)
1	1	3	0.02	150	0.00751	133.179
2	2	4	0.02	200	0.01001	99.8843
3	3	5	0.02	250	0.01251	79.9075
4	4	6	0.02	300	0.01502	66.5896
5	5	7	0.02	350	0.01752	57.0768
6	6	8	0.02	400	0.02002	49.9422
7	7	9	0.02	450	0.02253	44.393
8	8	11	0.02	550	0.02753	36.3216
9	9	12	0.03	400	0.02002	49.9422
10	10	17	0.03	566.667	0.02837	35.2533

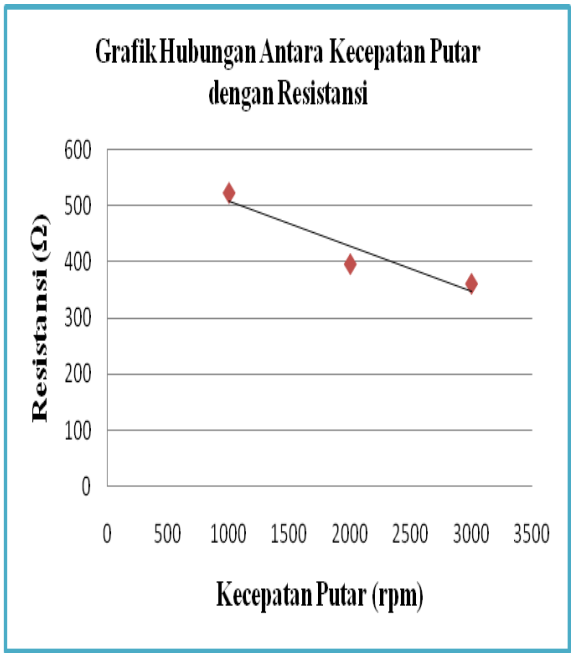
Dari data tersebut didapatkan nilai rata-rata resistansi sebesar 361,667 Ω, nilai rata-rata dari resistivitas sampel yaitu 0,0181 Ωm dan nilai dari konduktivitas sebesar 65,2489 $\Omega^{-1}m^{-1}$.

Dari data hasil pengukuran nilai rata-rata perubahan resistansi, resistivitas, dan konduktivitas terhadap variasi kecepatan *coating* dengan laju 1000 rpm, 2000 rpm, dan 3000 rpm pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Rata-Rata Resistansi, Resistivitas, dan Konduktivitas Lapisan Tipis Fe_3O_4 dengan Variasi Kecepatan Putar.

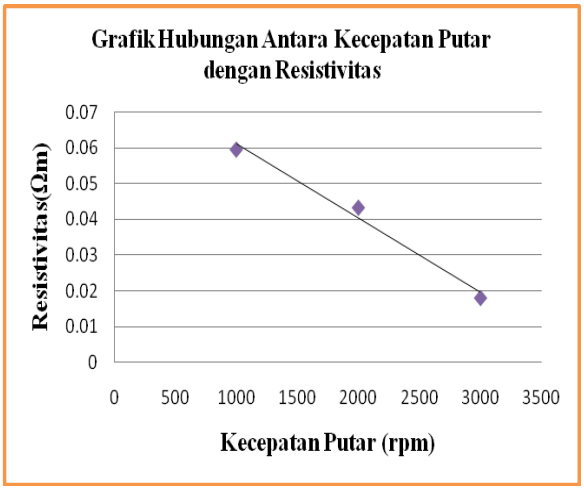
Kecepatan Putar (rpm)	Waktu Putaran (s)	Ketebalan (µm)	R(Ω)	ρ(Ωm)	σ($\frac{1}{\Omega m}$)
1000	60	25	523.333	0.05954	17.969
2000	60	24	396.667	0.04332	26.116
3000	60	11	361.667	0.0181	65.249

Grafik berikut merupakan hubungan antara kecepatan putar dengan resistansi yang dapat Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Putar dan Resistansi

Pada Gambar 14 diatas pada kecepatan putar 1000 rpm dengan ketebalan 25 µm terjadi penurunan resistansi, kecepatan 2000 rpm dengan ketebalan 24 µm terjadi penurunan nilai resistansi, dan 3000 rpm dengan ketabalannya 11 µm terjadi penurunan nilai resistansi. Ini berarti jika kecepatan putar semakin tinggi maka nilai resistansi yang didapatkan semakin rendah. Grafik berikut merupakan hubungan antara kecepatan putar dengan resistivitas Gambar 15.



Gambar 15. Grafik hubungan Antara Kecepatan Putar dan Resistivitas

Dari grafik di atas dapat dilihat semakin tinggi kecepatan putar maka semakin kecil resistivitasnya. Grafik berikut merupakan hubungan antara kecepatan putar dengan koduktivitas yang dapat dilihat pada Gambar 16.

Gambar 16. Grafik Hubungan Antara Kecepatan Putar dan Koduktivitas

Dari grafik dapat dilihat jika kecepatan putar tinggi maka konduktivitasnya akan bernilai besar. Dari data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa kecepatan 1000 rpm resistansinya sebesar 523,333 Ω, pada kecepatan putar 2000 rpm resistansinya sebesar 396,667 Ω, dan 3000 rpm resistansinya sebesar 361,667 Ω dari hasil tersebut terjadi penurunan resistansi, karena resistansi sebanding dengan tegangan, yang mengakibatkan jika resistansi besar maka tegangannya akan besar dan resistansi memiliki hubungan yang berbanding terbalik dengan arus dimana jika resistansinya besar maka arus juga akan kecil.

Nilai resistansi yang diperoleh sangat mempengaruhi nilai resistivitas, semakin kecil resistansi maka resistivitas juga semakin kecil karena resistansi dan resistivitas berbanding lurus, nilai resistivitas juga dipengaruhi ketebalan pada proses pemutaran. Karena ketebalan dari setiap lapisan berbanding lurus dengan dengan resistivitas yang artinya jika ketebalan yang didapat semakin kecil maka resistivitas akan bernilai kecil, ini berarti jika kecepatan putar tinggi maka lapisan tipis yang terbentuk tiap putaran akan tipis.

Magnetite merupakan bahan semikonduktor yang mana bahan semikonduktor memiliki celah energi terkecil jika *magnetite* digunakan untuk sensor magnetik maka resistivitasnya harus kecil. Resistivitas yang kecil akan mempengaruhi sensitivitas karena akan menyebabkan sensitivitasnya akan tinggi. Resistivitas akan mempengaruhi nilai konduktivitas, nilai konduktivitas pada kecepatan putar 1000 rpm, 2000 rpm, dan 3000 rpm adalah 17,969 $\Omega^{-1}m^{-1}$, 26,116 $\Omega^{-1}m^{-1}$, dan 65,249 $\Omega^{-1}m^{-1}$.

Pada persamaan 1 resistivitas dengan konduktivitas berbanding terbalik, Jika resistivitas yang diperoleh semakin kecil. Dari data yang didapatkan nilai konduktivitasnya meningkat pada setiap kecepatan putar. Sehingga dengan meningkatnya nilai konduktivitas maka.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian pengaruh kecepatan terhadap konduktivitas lapisan tipis *magnetite* yaitu jika kecepatannya tinggi maka konduktivitas akan tinggi.

Agar dihasilkan lapisan tipis yang baik maka peneliti selanjutnya bisa melanjutkan kecepatan *spin coating*, sehingga diperoleh hasil lapisan tipis sesuai yang diinginkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ramli, S.Pd, M.Si dan Ibu Dra. Hj. Yenni

Darvina, M.Si yang telah mendanai penelitian ini melalui Proyek Penelitian pada skema Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2017 dengan judul ‘Fungsionalisasi Magnetit yang disintesis dari Mineral Alam Sumatera Barat.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Purnomo, P. 2013. *Sintesis α-Fe_2O_3 Menggunakan Metode Sol-Gel*. Institut Pertanian Bogor : Bogor.

[2] Sunaryo dan Wira Widyawidura. 2010. *Metoda Pembelajaran Bahan Magnet dan Identifikasi Kandungan Senyawa Pasir Alam Menggunakan Prinsip Dasar Fisika.* Jurnal Cakrawala Pendidikan FMIPA Universitas Negeri Jakarta No. 1 TH.XXIX, 2010.

[3] Astuti, S Y. 2011. *Struktur dan Sifat Li strik Film Tipis CdTe:Cu yang Ditumbuhkan Dengan Metode DC Magnetron Sputtering.* Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang.

[4] Gutierrez, M. P., Li. H dan Patton. J. 2002. *Thin Film Surface Resistivity.*

[5] M. Toifur. 2014. *Memahami Resistivitas Berbagai Jenis Probe Arus-Tegangan***.** Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVIII HFI Jateng & DIY, Yogyakarta, ISSN : 0853-082.S

[6] Darvina, Y., Rianto, D., Murti, F., Yulfriska., N., Ramli. 2017. *Struktur Nano Partikel Oksida Besi dari Pasir Besi Pantai Tiram Sumatera Barat.* Padang : Universitas Negeri Padang.

[7] Eken, A E, Ozenbas, M. 2009**.** *Characterization of Nanostructured Magnetite Thin Film Produces by Sol-gel Processing.* **J**ournal Sol-gel Sci Technol. 50:321-327.

[8] Tang, N.J, dkk. 2004. *Nanostructured magnetite (Fe_3O_4) thin films prepared by sol–gel method.* Nanjing University : China.