

ANALISIS SIFAT MAGNETIK NANOKOMPOSIT CoFe₂O₄/PANi YANG DISINTESIS DENGAN METODA SOL-GEL

Rigis Sugianti ^{*)}, Ramli dan Ratnawulan

¹⁾Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Dr. Hamka Air Tawar, Padang 25131

^{*)} rigissugianti@gmail.com

ABSTRACT

Cobalt ferrite (CoFe₂O₄) is a hard magnetic material known for its high coercivity and moderate magnetization, these properties together with great physical and chemical stability, making cobalt ferrite suitable for magnetic sensor applications, magnetic recorders and magnetic sensor building materials. In the field of material, one of the materials that is widely developed today is composite material. CoFe₂O₄ / PANi nanocomposite was successfully synthesized using the sol-gel method and the growth of CoFe₂O₄ / PANi nanocomposite layer using spin coating was characterized using X-ray Diffraction to see the size of the Crystal, FTIR test saw the functional group, SEM test to see film thickness. Magnetic properties were analyzed, hysteresis curve obtained remanent magnetization, saturation magnetization and coercivity field. In the experiment there were 5 variations of composition by using CoFe₂O₄ concentrations in PANi, namely 20%, 30%, 35%, 50%, 0%. Based on XRD data, the crystal size of each concentration is 50.7 nm, 20.3 nm, 33.7 nm, 201.4 nm, 194.4 nm. SEM test is 16.4 nm, 50.8 nm, 128.2 nm, 36.8 nm. VSM test obtained hysteresis curve from the curve then obtained saturation magnetization is 12.10, 6.69, 10.77, 5.78, 3.56 (memu), remanent magnetization is 2.39, 1.54, 2.08, 1.91, 1.22 (memu), the coercivity field is 253.31, 353.80, 312.29, 377.76 (Oe).

Keywords : Cobalt, Fe₂O₄, Iron Oxide, Magnetic Properties, PANi, Sol Gel

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki kekayaan alam yang begitu melimpah setiap daerah memiliki penghasilan alam tersendiri seperti tambang, minyak bumi, karet, laut dan banyak lainnya. Salah satu daerah yang memiliki kekayaan alam berupa tambang yaitu Sumatera Barat yang terdiri dari dataran rendah di pantai barat dan dataran tinggi vulkanik yang di bentuk oleh Bukit Barisan. Dataran tinggi vulkanik ini berpotensi menghasilkan mineral-mineral yang dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan potensi penghasilan kekayaan alam yang lebih baik namun pengelolaannya masih belum ekonomis. Misalnya daerah Sungai Kuyit, Kecamatan Sangir, Balai Janggo, Solok Selatan, Sumatera Barat, daerah ini memiliki hasil alam berupa bijih besi.

Bijih besi atau *iron ores* merupakan bijih besi yang amat kaya dengan besi oksida. Di dalam bijih besi banyak terdapat campuran FeO (wustite), Fe₃O₄ (magnetite) dan Fe₂O₃ (hematite) serta beberapa senyawa pengotor lainnya seperti Al₂O₃, MgO, SiO₂ dan lain-lain sebagai komponen minor [1] Suatu hal yang menarik bijih besi mengandung senyawa oksida yang bernilai tinggi apabila diolah sifat-sifat didalamnya dengan kadar yang bervariasi di setiap wilayah. Bijih besi yang berasal dari Karnataka, India memiliki komposisi kimia dengan kadar seperti Fe 63,84 %, SiO₂ 2,64 %, Al₂O₃ 3,98 %, CaO 0,14 %, dan MgO 0,08 % [2]. Sampel bijih besi yang diperoleh dari Kecamatan Batu Licin, Kabupaten

Kota Baru, Kalimantan Selatan mengandung Fe 56,6 %, SiO₂ 5,25 %, TiO₂ 0,52 % dan komposisi minor lainnya [3].

Besarnya manfaat besi oksida berupa magnetit, membuat para peneliti melakukan upaya untuk mendapatkannya. Salah satu cara yang digunakan untuk mendapatkannya ialah dengan menghilangkan pengotor yang terdapat dalam bijih besi. Besi oksidasi apabila diolah sifat-sifat didalamnya mempunyai potensi daya jual yang sangat besar dan dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang. Memperoleh mineral magnetik dapat menggunakan magnet permanen (separator magnetik)[4].

Berdasarkan penelitian [5] kadar kandungan besi di dalam bijih besi yang terdapat di daerah Sungai Kuyit, Kecamatan Sangir, Balai Janggo, Solok Selatan, Sumatera Barat yaitu sebanyak 69,59 % saja, hal ini disebabkan penggunaan magnet dalam memurnikan bijih besi belum dapat menghasilkan besi dalam keadaan 100 %. Pada penelitian ini juga menggunakan bijih besi yang diperoleh dari daerah Sungai Kuyit, Kecamatan Sangir, Solok Selatan, Sumatera Barat untuk memperoleh sifat magnetik.

Sifat magnetik bahan dibedakan menjadi tiga macam yaitu diamagnetik, paramagnetik, dan feromagnetik. Pada penelitian ini target yang di harapkan yaitu menghasilkan sifat feromagnetik, berdasarkan dari hasil feromagnetik yang diperoleh maka harapan selanjutnya menghasilkan sifat sofomagnetik kemudian dapat diaplikasikan pada sensor magnetik.

Cobalt Ferrite (CoFe_2O_4) adalah bahan magnet keras yang terkenal dengan koersifitas tinggi dan magnetisasi moderat. Sifat-sifat ini, bersama dengan stabilitas fisik dan kimia yang hebat, membuat nanokomposit CoFe_2O_4 cocok untuk aplikasi perekaman magnetik seperti rekaman audio dan rekam video dan rekaman digital high-density disk [6]. Aplikasi bidang biomedis, di antaranya sebagai bahan pembawa target pengiriman obat, cairan magnetik dan sebagai katalis [7] material penyusun sensor [8] [9].

Dalam bidang material, salah satu material yang banyak dikembangkan dalam penelitian saat ini adalah material komposit. Komposit merupakan suatu material hasil kombinasi makrokopis dari dua atau lebih material yang berbeda, dengan tujuan untuk mendapatkan sifat-sifat dan karakterisasi tertentu yang lebih baik dari pada sifat masing-masing komponen penyusunnya. Salah satu jenis komposit yang banyak diteliti dan digunakan pada saat ini adalah komposit *polyaniline* (PANi).

Polyaniline (PANi) merupakan salah satu polimer konduktivitas yang menarik karena PANi memiliki sifat yang unik, antara lain memiliki stabilitas termal yang baik dan konduktivitas yang tinggi. Jika dibandingkan dengan polimer konduktif lainnya PANi lebih mudah disintesis baik secara elektrokimia maupun secara kimia.

Suatu hal yang menarik adalah begitu banyak aplikasi dari sifat magnetik yang bisa didapatkan dari bijih besi. Bijih besi mudah diperoleh di Sumatera Barat dan bisa dimanfaatkan untuk menjadikannya sebagai bahan untuk sensor magnetik maka dengan itu peneliti tertarik dengan analisis sifat magnetik nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PANi}$ yang disintesis dengan metode sol-gel.

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Jurusan Fisika, Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang dan laboratorium bahan teknik sipil, FT Universitas Negeri Padang, Laboratorium Terpadu Kopertis Wilayah X, Karakterisasi magnetik bahan seperti magnetisasi saturasi, magnetisasi remanen, medan koersivitas magnetik dan *temperature currie* (T_c) menggunakan VSM yang akan dilakukan di laboratorium LIPI. Kegiatan ini terdiri dari beberapa tahap kegiatan meliputi tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap kegiatan meliputi tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap penyusunan laporan akhir.

B. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk analisis sifat magnetik dari nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PANi}$ dengan menggunakan metode sol-gel.

C. Data dan Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah besaran-besaran atau data-data yang berpengaruh dalam penelitian. Secara umum variabel penelitian terbagi atas 3 macam yaitu : variabel bebas yang besarnya dapat diubah-ubah, variabel terikat yang besarnya tergantung pada variabel bebas dan variabel kontrol yang nilainya dapat ditetapkan sehingga mempengaruhi terjadinya perubahan variabel terikat. Adapun rincian dari variabel-variabel tersebut diberikan sebagai berikut :

- 1) Variabel bebas perbandingan komposisi CoFe_2O_4 dan PANi
- 2) Variabel terikat sifat magnetik (kurva hysteresis)
- 3) Variabel kontrol temperature 110°C selama 15 menit dan 80°C selama 2 jam pembuatan nanokomposit.

D. Instrument Penelitian

1) Alat

- a) *High Energy Milling* (HEM)
Alat HEM digunakan untuk memilling bijih besi yang telah dihaluskan.
- b) Alat XRF
Alat XRF digunakan untuk melihat unsur yang terdapat didalam sampel bijih besi..
- c) Alat XRD
Alat XRD digunakan untuk mengkaji struktur kristal dan ukuran butir dari magnetit dari bijih besi.
- d) Magnet permanen
Magnet permanen digunakan untuk memisahkan pasir besi dari pasir biasa.
- e) Alat VSM
Alat VSM digunakan untuk karakterisasi magnetik bahan.

2) Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a) Bahan berupa Fe_2O_3 dari alam yang diubah menjadi nanokomposit Fe_3O_4 . Gambar sample yang sudah dihaluskan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bijih besi Fe_2O_4

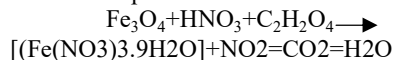
- b) Cobalt
Cobalt merupakan salah satu bahan yang digunakan dalam penelitian atau sebagai salah satu bahan utama.
- c) *Polyaniline* (PANi)
Polyaniline sebagai polimer dalam penelitian.

E. Pelaksanaan Penelitian

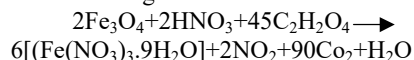
Pengambilan bijih besi. sampel yang digunakan adalah bijih besi yang diambil dari Sangir, Kecamatan Balai Janggo, Solok Selatan, Sumatera Barat.

Pemurnian bijih besi. Bijih besi yang baru diambil dari alam dihaluskan terlebih dahulu, kemudian disaring menggunakan ayakan 100 mesh atau ayakan 0.149 mm dan ditarik dengan magnet permanen terlebih dahulu sebanyak 20 kali tarikan untuk memisahkan antara pasir yang mengandung besi dengan bahan-bahan campuran lainnya yang tidak mengandung unsur besi. Setelah itu bijih besi yang telah ditarik tersebut dicuci menggunakan aquabidest, lalu setelah itu dikeringkan dan ditarik lagi dengan magnet sebanyak 20 kali. Terakhir melakukan *milling* selama 30 jam.

Pembuatan Prekursor Fe. Berdasarkan sampel yang diperoleh dari hasil *milling* yaitu Fe_2O_3 , kemudian sampel di preparasi dengan menggunakan metode sol-gel dengan precursor $(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O})$. Alat yang digunakan untuk membuat precursor magnetit yaitu *magnetic stirrer* pengaduk, termometer dan beaker. Sedangkan bahan yang digunakan dalam pembuatan precursor yaitu asam oksalat, asam nitrat dan etilen glikol. Pada proses pembuatan precursor $(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O})$ ini, dilakukan pada suhu 110°C selama 15 menit dengan mereaksikan 4,35 gram Fe_2O_3 dan 11,25 gram asam oksalat ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$) dengan asam nitrat (HNO_3) sebanyak 10,25 mL. Dengan reaksi kimia seperti berikut



Kemudian disetarakan reaksinya dengan hasil reaksi sebagai berikut



Kemudian larutan ditimbang diperoleh 3,5 gram kemudian tambahkan 55 gram ethylene glycol yang dimasukkan ke dalam *beaker*. Kemudian diaduk menggunakan pengaduk. Setelah itu larutan tersebut kemudian dipanaskan pada suhu 80°C selama 2 jam sambil di aduk

menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan konstan, setelah selesai, maka akan terbentuk gel yang nantinya akan digunakan untuk proses pembuatan nanokomposit [10].

Preparasi CoFe_2O_4 nanokomposit CoFe_2O_4 dilakukan dengan menggunakan metode sol-gel. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah : Memfurnace cobalt nitrat selama 3 jam dengan suhu 650°C , Menimbang cobalt nitrat sebanyak 1.01 gram, Menimbang sampel Fe_2O_3 setelah dimilling 4,35 gram, Menimbang asam nitrat 5,55 gram, Menimbang asam oksalat 1,125 gram, Mencampurkan asam nitrat (HNO_3) 10,25 ML, Stirrer selama 2 jam pada suhu 110°C dengan kecepatan putar 250 rpm., Setelah itu terbentuk sol gel lalu dipindahkan ke dalam cawan penguap, Kemudian cuci dengan aquabidest kemudian keringkan didalam oven selama 24 jam dengan suhu 110°C , Kemudian di furnace pada suhu 400°C selama 2 jam. Maka terbentuklah CoFe_2O_4

Presedur pembuatan PANi. Memasukan 0.9375 mL HCL kedalam labu ukur 50 mL, Menambahkan aquabidest sampai batas pada labu tsb, Kemudian tuangkan kedalam gelas becker, Masukan PANi sebanyak 0.75 gram, Menstirer selama 15 menit pada suhu 80°C , kecepatan 250 rpm.

Preparasi nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PANi}$ dilakukan dengan langkah-langkah seperti berikut : Stirrer larutan PANi selama 15 menit., Masukkan CoFe_2O_4 kemudian stirrer selama 2 jam, Keringkan didalam oven selama 24 jam., Kemudian stirrer lagi dengan menambahkan etilen glikol sebanyak 5 ml, Maka terbentuklah nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PANi}$

F. Tahap Karakterisasi

Selanjutnya sampel dikarakterisasi menggunakan XRD untuk mengetahui struktur kristalnya, FTIR, Untuk karakterisasi magnetik bahan seperti momen magnetik saturasi, momen magnetik ramanen, koersivitas magnetik intrinsik, energi produksi maksimum (BHmax) dan temperature curie (T_c) digunakan VSM.

G. Teknik Pengumpulan Data

Berdasarkan data karakterisasi menggunakan VSM dapat diperoleh secara langsung magnetik bahan seperti momen magnetik saturasi, momen magnetik ramanen, koersivitas magnetik intrinsik, energi produksi maksimum (BHmax) dan temperature curie (T_c). Berdasarkan data karakterisasi menggunakan XRD dilanjutkan dengan menganalisa strktur kristal, ukuran kristalit dan sifat magnetik. Langkah-langkah yang ditempuh dalam analisis data adalah sebagai berikut:

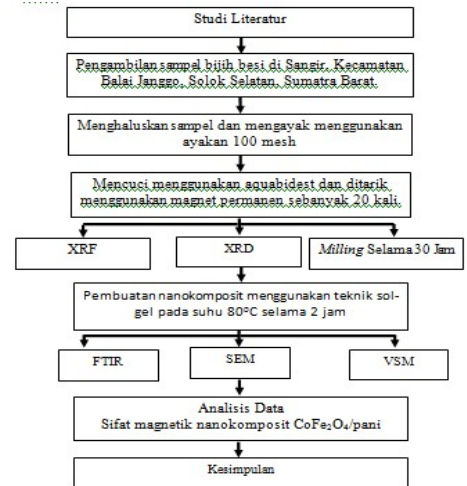
Berdasarkan harga sudut 2θ dan I yang diperoleh dalam karakterisasi menggunakan XRD dianalisis struktur kristal dari lapisan tipis magnetit. Informasi sistem kristal dan parameter kisi didapatkan dari hasil analisis pola difraksi menggunakan *Software HighScore Plus*.

Berdasarkan hasil dari VSM, dapat diperoleh sifat magnetik bahan. Dengan alat ini akan diperoleh informasi mengenai besaran-besaran sifat magnetik sebagai akibat perubahan medan magnet luar yang digambarkan dalam kurva histeresis. Pengukuran dilakukan dengan melihat respon magnet (magnetisasi) sample akibat perubahan medan magnet luar H . Jika cuplikan termagnetisasi. Secara permanen atau pun secara respon dari adanya medan magnet luar, getaran ini akan mengakibatkan perubahan garis gaya magnetik perubahan ini akan menginduksikan atau menimbulkan suatu sinyal tegangan AC pada kumparan pengambil (*pick up coil* atau *sense coil*) yang ditempatkan secara tepat dalam sistem medan magnet ini. Dengan mengukur arus sebagai fungsi medan magnet luar, sifat magnetik bahan dapat diketahui dari magnetisasi sampel. Data magnetisasi yang diperoleh dari karakterisasi sifat magnet ini berupa kurva histeresis dengan sumbu x merupakan medan magnet yang menginduksi sampel dalam satuan Oe dan sumbu y merupakan magnetisasi sample dalam satuan emu/gram. Data kemudian diolah dengan membandingkan magnetisasi sample dengan kontrol.

Berdasarkan langkah-langkah percobaan atau karakterisasi yang dilakukan dari alat VSM yang diperoleh yaitu kurva hysteresis. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan teknik pengumpulan data langsung dan pengumpulan data tidak langsung. Data yang diperoleh secara langsung adalah nilai intensitas dari 2θ menggunakan alat uji karakterisasi XRD dan bentuk magnetik bahan seperti momen magnetik saturasi, momen magnetik remanen, koersivitas magnetik intrinsik, energi produksi maksimum (BH_{max}) dan temperature curie (T_c) menggunakan alat uji karakterisasi VSM data yang diperoleh secara tidak langsung yaitu ukuran partikel dan ketebalan lapisan.

H. Diagram Alir penelitian

Gambar 2 adalah diagram alir penelitian dari analisis sifat magnetik nanokomposit $CoFe_2O_4/PANI$ yang disintesis dengan metoda sol-gel dengan bahan dasar bijih besi alam yang diambil di Sangir, Solok Selatan Sumatra Barat.

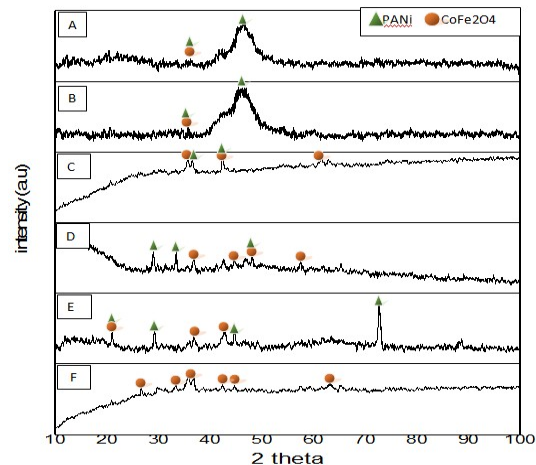


Gambar 2. Diagram alir penelitian

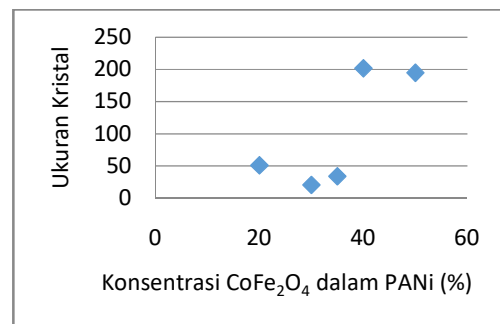
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

a. Data hasil karakterisasi X-ray diffraction (XRD)

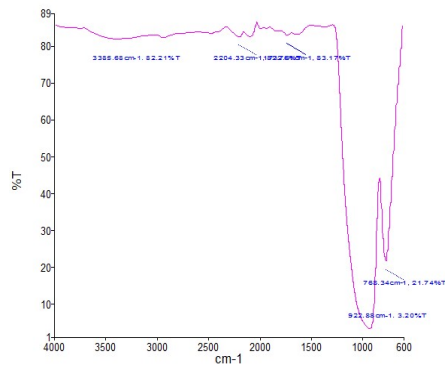


Gambar 3. Grafik nanokomposit $CoFe_2O_4/PANI$



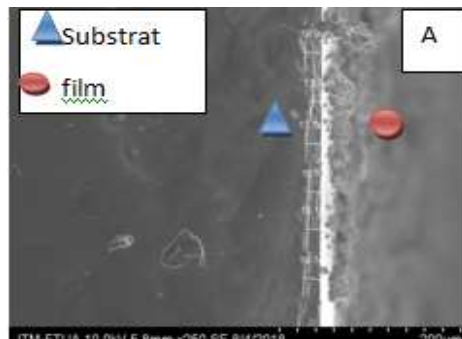
Gambar 4. Hubungan konsentrasi $CoFe_2O_4$ dalam PANi terhadap ukuran Kristal

b. Karakterisasi FTIR



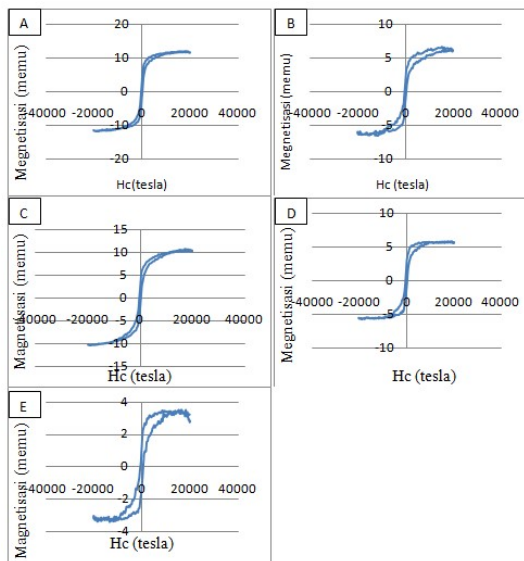
Gambar 5. Grafik Hasil Uji FTIR

c. Uji SEM



Gambar 6. Uji SEM

d. Karakterisasi VSM



Gambar 7. Hasil Uji VSM

Tabel 1. Data hasil uji sifat magnetic menggunakan VSM250

N o	Komposisi CoFe ₂ O ₄ dalam PANi	Magnetisasi saturasi (Ms)	Magnetisasi remanen (Mr)	Medan koersifitas (Hc)
1	20 %	12.10 memu	2.39 memu	253.31 Oe
2	30%	6.69 memu	1.54 memu	353.80 Oe
3	35%	10.77 memu	2.08 memu	312.39 Oe
4	40%	5.78 memu	1.91 memu	377.76 Oe
5	50%	3.56 memu	1.22 memu	616.47 Oe

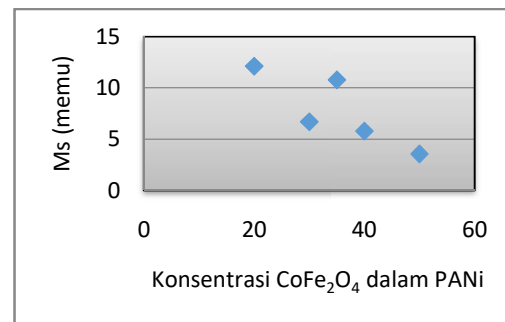
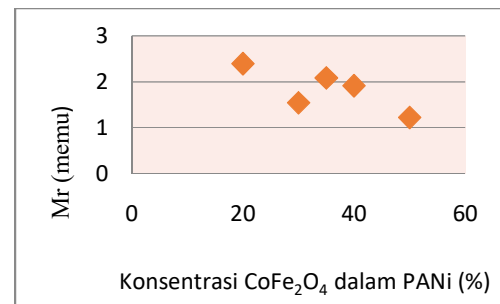
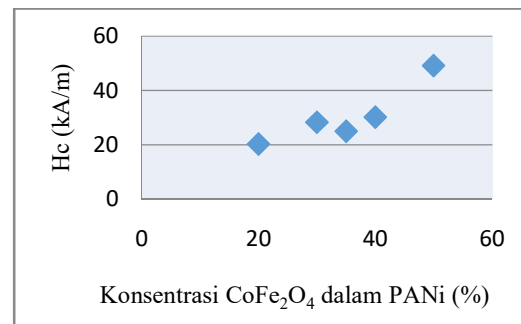
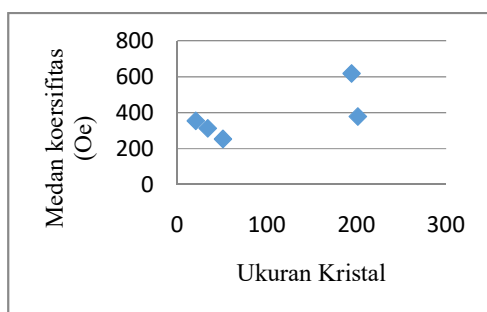
Gambar 8. Hubungan konsentrasi CoFe₂O₄ dalam PANi terhadap magnetisasi saturasiGambar 9. Hubungan konsentrasi CoFe₂O₄ dalam PANi terhadap magnetisasi remanenGambar 10. Hubungan Konsentrasi CoFe₂O₄ dalam PANi terhadap medan koersif

Table 2. Perbandingan CoFe_2O_4 dalam PANi, ukuran Kristal dan medan koersifitas (Oe)

No	Komposisi CoFe_2O_4 dalam PANi (%)	Ukuran Kristal (nm)	Medan koersifitas(Oe)
1	20	50.73397793	253.31 Oe
2	30	20.35904856	353.80 Oe
3	35	33.702084	312.39 Oe
4	40	201.470843	377.76 Oe
5	50	194.467274	616.47 Oe



Gambar 11. Hubungan ukuran Kristal terhadap medan koersif

B. PEMBAHASAN

a. Struktur Kristal Nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PANi}$

Berdasarkan Gambar 4 grafik hasil uji X-Ray Diffraction yang diperoleh maka dapat diketahui bahwa pada sampel telah terbentuk nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PANi}$. Lapisan tipis terbentuk dengan menggunakan *spin coating* dengan kecepatan putar 1000 rpm selama 60 detik dengan variasi konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi yaitu 20 %, 30 %, 35 %, 40 %, 50 %. Ukuran kristal yang didapatkan yaitu 50.7 nm, 20.4 nm, 33.7 nm, 201.5 nm, 194.5 nm.

Gambar 5 menunjukkan Grafik hubungan antara konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi terhadap ukuran Kristal dengan 5 variasi komposisi CoFe_2O_4 dalam PANi. Bentuk dari hubungan konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi terhadap ukuran Kristal dapat dilihat pada gambar 48. Berdasarkan gambar 48 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi maka semakin besar pula ukuran Kristal yang didapatkan. Namun, berdasarkan penelitian [11] untuk ukuran ketebalan yang semakin tipis akan menghasilkan rasio GMR yang semakin tinggi.

Gambar 6 memperlihatkan hasil dari uji FTIR dimana pada uji FTIR maka dapat diketahui terbentuknya gugus fungsi yang terdapat dalam sampel Nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PANi}$ dari uji

FTIR yang telah dilakukan bahwa adanya pita serapan karakterisasi pada 3385.58 cm^{-1} , 2204.33 cm^{-1} , 922.83 cm^{-1} , 768.34 cm^{-1} . Berdasarkan gambar 49 pada pita serapan dapat diketahui bahwa CoFe_2O_4 berhasil berikatan dengan PANi yang ditunjukkan pada pita serapan dengan berbagai jenis ikatan yaitu $768,34\text{ cm}^{-1}$ (C-H bending), $922,83\text{ cm}^{-1}$ (C-H bending), $2204,33\text{ cm}^{-1}$ (C-H stretching), $338,58\text{ cm}^{-1}$ (O-H stretching). jenis ikatan dapat ditentukan dari bilangan gelombang $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PANi}$ pada tabel yang dapat dilihat pada lampiran 4 dan lampiran 5.

Gambar 7 menunjukkan hasil uji SEM untuk masing-masing konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi yaitu (A) 20 %, (B) 30 %, (C) 35 %, (D) 40 %, (E) 50 %. Berdasarkan uji SEM yang dilakukan maka didapatkan ketebalan pada Film untuk masing-masing konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi. Ketebalan yang didapatkan untuk masing-masing konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi yaitu, 16.4 nm, 16.4 nm, 50.9 nm, 128.2 nm, 36.8 nm.

b. Sifat magnetik nanokomposit $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{PANi}$

Berdasarkan hasil uji *Vibrating sample magnetometer* (VSM) yang dilakukan maka didapatkan kurva hysteresis dimana dari kurva hysteresis didapatkan nilai magnetisasi saturasi, magnetisasi remanen dan besar medan koersifitas. Kurva hysteresis ditunjukkan pada Gambar 51 kemudian untuk hasil data yang didapatkan dari kurva hysteresis ditunjukkan pada tabel 9 untuk masing-masing variasi komposisi CoFe_2O_4 dalam PANi yaitu 20 %, 30 %, 35 %, 40 %, 50%. Nilai magnetisasi saturasi yaitu (12.10 memu, 6.69 memu, 10.77 memu, 5.78 memu, 3.56 memu), magnetisasi remanen (2.39 memu, 1.54 memu, 2.08 memu, 1.91 memu, 1.22 memu), medan koersifitas (253.31 Oe, 353.80 Oe, 312.39 Oe, 377.76 Oe, 616.47 Oe),

Berdasarkan Gambar 8 hubungan variasi komposisi CoFe_2O_4 dalam PANi terhadap magnetisasi saturasi. Semakin besar konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi maka magnetisasi saturasi nya semakin bagus ditunjukkan dengan nilai magnetisasinya yang kecil. Magnetisasi saturasi merupakan batas dari magnetisasi bahan pada magnetisasi saturasi terjadi kejenuhan, dimana nilai koersifitas berbanding terbalik dengan magnetisasi saturasi.

Berdasarkan Gambar 9 hubungan konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi terhadap magnetisasi remanen. Semakin besar konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi maka magnetisasi remanennya semakin bagus ditunjukkan dengan nilai magnetisasinya yang kecil. Semakin kecil magnetisasi remanen yang dihasilkan maka

semakin bagus koersifitas yang dihasilkan karena magnetisasi remanen merupakan sisa medan magnet dalam proses menghilangkan medan magnet saat proses magnetisasi.

Berdasarkan Gambar 10 menunjukkan hubungan konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi terhadap medan koersifitas. Medan koersifitas makin besar seiring dengan bertambahnya konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi. Semakin besar konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi medan koersifitasnya juga semakin besar. Nilai koersifitas yang dihasilkan pada konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi untuk masing-masing variasi menghasilkan nilai koersifitas diatas 200 Oe. Menurut penelitian [12] nilai koersifitas yang melebihi 200 Oe merupakan magnet keras semakin besar medan koersifitas maka semakin kuat medan magnet yang dihasilkan. Jadi dapat disimpulkan bahwa sifat magnetik (ferromagnetik) yang didapatkan dari uji VSM Nanokomposit CoFe_2O_4 / PANi yaitu *Hard magnetic*.

Gambar 11 menunjukkan hubungan ukuran Kristal terhadap medan koersifitas. Berdasarkan Gambar 11 semakin besar ukuran Kristal nilai medan koersifitas yang dihasilkan juga semakin besar. Namun berdasarkan penelitian [13] menyatakan bahwa semakin kecil ukuran butir maka semakin tinggi respon magnetiknya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada DRPM DIKTI yang telah membiayai penelitian ini melalui penelitian berbasis kompetensi sesuai dengan nomor kontrak : 1253/UN35.2/PG/2018

KESIMPULAN

Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan karakterisasi XRD dapat diketahui bahwa masing-masing variasi konsentrasi telah terbentuk nanokomposit CoFe_2O_4 /PANi diatas substrat kemudian dapat dibuktikan pada uji FTIR. Ketebalan dari film dapat diketahui menggunakan SEM.
2. Berdasarkan penelitian semakin besar konsentrasi CoFe_2O_4 dalam PANi maka ukuran kristal yang didapatkan juga semakin besar.
3. Berdasarkan Hasil uji *Vibrating sampel magnetometer* (VSM) maka didapatkan kurva histerisis kemudian dari kurva histerisis dapat diketahui nilai Mr, Ms, dan Hc untuk masing-masing variasi komposisi CoFe_2O_4 dalam PANi. Pada variasi komposisi CoFe_2O_4 dalam PANi 20 %, 30 %, 35 %, 40 %, 50 %,

menghasilkan nilai Ms (12.10 memu, 6.69 memu, 10.77 memu, 5.78 memu, 3.56 memu), Mr (2.39 memu, 1.54 memu, 2.08 memu, 1.91 memu, 1.22 memu), Hc (253.31 Oe, 353.80 Oe, 312.39 Oe, 377.76 Oe, 616.47 Oe).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Komatina, M., Heinrich W., Gudenau. 2004. *The sticking problem during direct reduction of fine iron ore in the fluidized bed*. Jurnal of metallurgy 309-3
- [2] Kumari, N., A.Vidyadhar, J. Konar and R.P. Bhagat. 2010. *Beneficiation Of Iron Ore Slimes From Karnataka Though Dispersion And Selective Flocculation*. Proceedings of the XI International seminar on Mineral Processing Technology (MPT-2010). 564-571
- [3] Ningrum, N.S. 2010. *Uji sulfidasi bijih besi kalimantan selatan dan ampas pengolahan tembaga PT. Freeport Indonesia*. Pusat penelitian dan pengembangan teknologi mineral dan batubara. ISSN.1411-4216.
- [4] Anggraeni, N.D. 2008. *Analisis SEM (scanning electron Microscopy) dalam pemantuan proses oksida magnetite menjadi hematite*. Seminar nasional-VII rekayasa dan aplikasi teknik mesin di industry kampus ITENAS. ISSN 1693-3168.
- [5] Sukma Hayati AE (2014). *Pengaruh Variasi Temperatur Kalsinasi Terhadap Karakteristik Besi Oksida Dari Bijih Besi Yang Terdapat Di Sungai Kunyit Kecamatan Sangir Balai Janggo, Kabupaten Solok Selatan*. Skripsi, vol hal 98-99.
- [6] K.Maaz, Arif Mumtaz, S.K.Hasanain, Abdullah Ceylan. 2007. *Synthesis and Magnetic Properties of Cobalt Ferrite (CoFe_2O_4) Nanoparticles Prepared by Wet Chemical Route*. Department of physics and Astronomy, Universitas of Delaware, Network.
- [7] Setiadi, E.A, Nanda, S, Hesti.R, N, Fadhilah, takhesi.K, Sathosi.W dan Edi.S. 2013. *Sintesis Nanopartikel Cobalt Ferrite (CoFe_2O_4) dengan Metode Kopresipitasi dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya*. Journal of Applied Physics. Vol.3 No.1 hal 55.
- [8] Djamli, Ramli, Khairurrijal; and F.haryanto, (2015). *Development of giant magnetoresistance material based on cobalt ferrite*. Acta Physica Polonica A vol 128. Hal :19-22.
- [9] Ramli, A.Hartono., E.Sanjaya., A.Aminudin., Khairurrijal., F.Haryanto., C.Imawan and M.Djamal. 2016. *Novel Ternary CoFe_2O_4 /CuO/ CoFe_2O_4 as a giant Magnetoresistance Sensor*. Journal Math. Fund Sci., Vol. 48, No. 3, 230-240.
- [10] Yulviska, Nidia, Yenni Darvina, Ramli. (2017). *Analisis Sifat Optik Dari Lapisan Tipis Fe_3O_4 Yang Dipreparasi Dari Pasir Besi Pantai Tiram Kabupaten Padang Pariaman Sumatra Barat*

- Dengan Metode Sol-Gel Spin Coating. Jurnal pillar of physics.* Vol.10 Hal : 63-70.
- [11] Ramli, Riri Jonuarti, Ambran Hartono.2017. *Analisis struktur nano dari lapisan tipis cobalt ferrit yang dipreparasi dengan metoda spruttering.* Jurnal eksakta, Vol 18 No 1 Hal :46-53.
- [12] Khairunnisa Hafsah .2017. *Pengaruh Penambahan Fe Pada Pembuatan Bonded Magnet NdFeB Terhadap Sifat Fisis Dan Sifat Magnet.* [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara
- [13] Wati, D.L., 2012, *Fabrikasi Superparamagnetic Iron Oxide Nanoparticles (SPIONs) Magnetit Fe_3O_4 dengan Metode Kopresipitasi,* [Skripsi]. Jurusan Fisika FMIPA UGM, Yogyakarta.