Karakterisasi Struktur Kristal dan Sifat Magnetik Magnet Stronsium Ferit Pasir Besi Batang Sukam Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat

Arif Budiman*), Dwi Puryanti, Sri Mulyadi Dt. Basa, Muhammad Rizki, Helfi Syukriani

Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas Kampus Limau Manis Padang 25163

Email: arifbudiman@fmipa.unand.ac.id

Abstract: The synthesis and characterization of the crystal structure and magnetic properties of strontium ferrite magnets ($SrO.6Fe_2O_3$) has been done. Hematite (Fe_2O_3) is synthesized from iron sand of Batang Sukam Sijunjung Sumatera Barat through the oxidation process by temperature 700ºC for 3.0 hours. Strontium carbonate ($SrCO_3$) was obtained from Merck product with a purity of more than 99%. Synthesis of strontium ferrite magnets are made through a process of solid-solid mixing and sintering at a temperature of 1000ºC for 3.0 hours. The results of characterization of X-ray diffraction indicates that it has formed a single phase strontium ferrite magnets with a hexagonal crystal structure. The result of measurement of the magnetic properties shows that an average magnetic susceptibility of strontium ferrite magnet is 266.7×10^{-8} m^3 /kg.

Keywords: strontium ferrite magnet, iron sand, crystal structure and magnetic susceptibility.

Abstrak: Telah dilakukan sintesis dan karakterisasi struktur kristal dan sifat magnetik magnet stronsium ferit ($SrO.6Fe_2O_3$). Hematit (Fe_2O_3) disintesis dari pasir besi Batang Sukam Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat melalui proses oksidasi dengan temperatur 700ºC selama 3,0 jam. Stronsium karbonat ($SrCO_3$) diperoleh dari produk Merck dengan kemurnian lebih dari 99 %. Sintesis magnet stronsium ferit dibuat melalui proses *solid-solid mixing* dan disintering pada suhu 1000ºC selama 3,0 jam. Hasil karakterisasi difraksi sinar-X menunjukkan bahwa telah terbentuk *single phase* magnet stronsium ferit dengan struktur kristal heksagonal. Hasil pengukuran sifat magnet menunjukkan bahwa magnet stronsium ferit memiliki suseptibilitas magnetik rata-rata $266,7 \times 10^{-8}$ m^3/kg.

Kata Kunci: magnet stronsium ferit, pasir besi, struktur kristal dan suseptibilitas magnetik.

Pendahuluan

Magnet permanen merupakan sebuah perangkat penyimpan energi. Energi ini terbentuk ketika bahan tersebut pertama kali dimagnetisasi dan energi tersebut akan terus menetap di dalamnya. Selain itu, energi dari magnet selalu tersedia untuk digunakan dan tidak terkuras habis oleh penggunaan yang berulang jika diperlakukan dengan benar. Magnet permanen telah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Magnet pada pengeras suara (*loudspeaker*) merupakan magnet yang sangat laku di pasaran karena digunakan pada radio, televisi, dan sistem suara lainnya. Magnet lainnya yang juga laku di pasaran adalah magnet pada motor kecil. Motor-motor tersebut biasanya digunakan pada mobil seperti untuk kipas angin, pengatur tempat duduk dan jendela, penyapu kaca mobil dan lain-lain. Magnet permanen yang digunakan pada motor yang sangat kecil yang biasanya terdapat pada komputer, *printer* dan *scanner* merupakan magnet yang berukuran kecil tetapi memliki kualitas yang tinggi (Cullity dan Graham, 2009).

Jenis-jenis magnet permanen yang banyak di produksi adalah magnet baja, alnico (Al-Ni-Co), dan magnet ferit. Magnet ferit merupakan magnet permanen yang banyak diproduksi karena bahan bakunya yang melimpah dan murah (Irasati dan Idayanti, 2009). Bahan dasar pembuatan magnet ferit adalah hematit (α-Fe_2O_3) yang ditambah dengan zat aditif yaitu barium karbonat ($BaCO_3$) atau stronsium karbonat ($SrCO_3$). Campuran hematit dan barium karbonat menghasilkan barium ferit ($BaO.6Fe_2O_3$) dan campuran hematit dan stronsium karbonat menghasilkan stronsium ferit ($SrO.6Fe_2O_3$). Keduanya memiliki sifat-sifat yang hampir sama (Cullity dan Graham, 2009).

Sintesis magnet ferit dapat dilakukan menggunakan beberapa metode seperti *sol gel*, kopresipitasi, pemaduan mekanik, metalurgi serbuk, dan *solid-solid mixing*. Metode *solid-solid mixing* memiliki proses yang lebih mudah dibandingkan metoda lain dan

ekonomis karena tidak ada material yang terbuang selama pembuatan. Produk yang dihasilkan dari metode ini sangat bergantung pada teknik pencampuran bahan yang digunakan dan temperatur yang digunakan pada proses sintering. Oleh karena itu metode ini banyak digunakan oleh peneliti-peneliti sebelumnya.

Hematit diperoleh dari proses oksidasi magnetit (Fe_3O_4). Magnetit terdiri dari magnetit alami dan buatan. Magnetit buatan memiliki harga yang mahal karena tingkat kemurniannya yang tinggi, sedangkan magnetit buatan dapat diperoleh secara gratis tetapi kemurniannya tidak terjamin. Magnetit banyak terdapat di alam, salah satunya pada pasir besi. Pasir besi merupakan salah satu sumber daya alam yang melimpah di Indonesia. Pasir besi tersebut berasal dari pantai dan sungai (Yulianto dkk, 2002). Indonesia memiliki sumber pasir besi melimpah dan dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku pembuatan magnet ferit tersebut.

Dengan mempertimbangkan jumlah pasir besi yang melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal, sementara peluang bahan tersebut diolah menjadi bahan industri terbuka lebar, maka dalam penelitian ini penulis akan melakukan kajian yang berorientasi pada pengolahan pasir besi menjadi magnet ferit. Bahan ferit yang disintesis adalah stronsium ferit, dengan pertimbangan bahwa stronsium karbonat memiliki harga yang lebih murah dibandingkan dengan barium karbonat. Dan diharapkan stronsium ferit yang dihasilkan memiliki sifat magnetik yang lebih baik.

Pasir besi yang digunakan pada penelitian ini merupakan pasir besi sisa pendulangan emas Batang Sukam Kabupaten Sijunjung. Alasan peggunaan pasir besi ini dikarenakan pasir besi tersebut memiliki nilai suseptibilitas yang relatif tinggi (Siregar dan Budiman, 2015). Disamping itu, pasir besi dari Batang Sukam ini telah digunkan untuk pembuat magnet Barium Ferit (Hayati dan Budiman, 2016).

Metode Penelitian

Adapun tahapan pada penelitian ini meliputi pemisahan mineral magnetik pasir besi, sintesis hematit, sintesis stronsium ferit, karakterisasi sampel dan analisis data.

A. Pemisahan Mineral Magnetik Pasir Besi

Proses pemurnian sampel adalah sebagai berikut:

1. Pasir besi dicuci menggunakan aquades sebanyak lima kali.
2. Pasir besi yang telah dicuci dikeringkan di udara terbuka selama 24 jam.
3. Pasir besi yang sudah kering kemudian dipisahkan menggunakan magnet permanen untuk memisahkan mineral magnetik dengan mineral non-magnetik.
4. Mineral magnetik yang sudah diperoleh disaring dengan ayakan ukuran 100 mesh karena mineral magnetik dengan ukuran di bawah 100 mesh memiliki sifat magnetik yang lebih baik dibandingkan ukuran di atas tersebut (Norman dan Budiman, 2016).

B. Sintesis Hematit

Serbuk magnetit (Fe_3O_4) yang diperoleh pada langkah sebelumnya diambil sebanyak 50 g lalu dioksidasi menggunakan *furnace* dengan temperatur 700 ºC ditahan selama 3,0 jam untuk memperoleh hematit (α-Fe_2O_3) (Trilismana dan Budiman, 2014). Kemudian dilakukan uji X-ray *Diffraction* untuk memastikan bahwa hematit sudah terbentuk.

C. Sintesis Stronsium Ferit

Proses sintesis stronsium ferit adalah sebagai berikut:

1. Hematit (α-Fe_2O_3) hasil oksidasi sebanyak 17,00 g dicampur dengan stronsium karbonat ($SrCO_3$) sebanyak 3,00 g. Stronsium karbonat diperoleh dari produk Merck dengan kemurnian lebih dari 99%.
2. Selanjutnya campuran kedua bahan tersebut digerus menggunakan lumpang dan alu selama 2,0 jam.
3. Hasil gerusan di atas diambil sebanyak 20 g kemudian dicampur dengan larutan PVA dan diaduk hingga rata lalu dibiarkan satu jam hingga terbentuk gumpalan kering. Gumpalan tersebut lalu digerus hingga berbentuk serbuk yang dapat melewati ayakan 200 mesh. Larutan PVA ini dibuat dari 2,0 g serbuk PVA yang dilarutkan dengan

aquades 20 ml dan dipanaskan pada temperatur 100ºC selama 1 jam sambil diaduk menggunakan *magnetik stirre*r hingga larutan menyatu dan menjadi gel.

4. Hasil ayakan di atas diambil sebanyak 1,00 g, lalu dilakukan kompaksi menggunakan alat pencetak pelet untuk membentuk sampel menjadi silinder dengan diamater 1,24 cm dan ketebalan 0,5 cm.
5. Sampel hasil kompaksi kemudian disintering dalam *furnace* pada temperatur 1000ºC selama 2 jam.

D. Karakterisasi Sampel

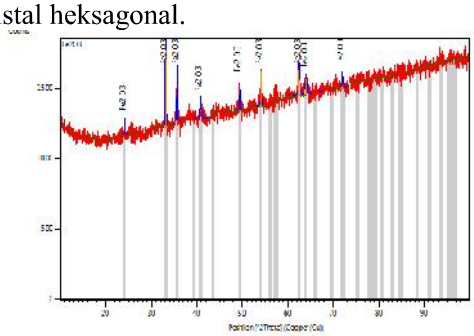
Karakterisasi sampel meliputi:

1. Karakterisasi struktur kristal dengan menggunakan *X-Ray Diffractometer* (XRD)
2. Karakterisasi sifat magnetik meliputi karakterisasi nilai suseptibilitas dengan menggunakan Bartington *Susceptibility Meter* dengan sensor MS2B menggunakan 15 arah pengukuran.

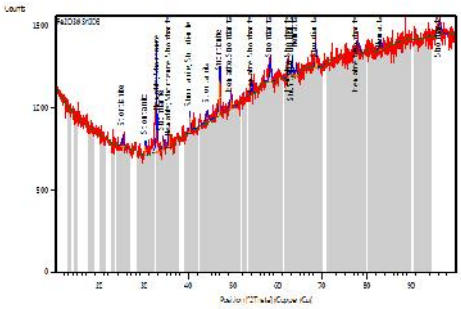
Hasil dan Pembahasan

Hasil difraktogram sinar-X mineral magnetik pasir besi Batang Sukam yang dioksidasi pada temperatur 700 ºC ditahan selama 3,0 jam dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan ICDD (*The International Centre for Difraction Data*), bahwa bahwa puncak-puncak difraksi yang ditunjukkan oleh Gambar 1 berhimpit dengan puncak-puncak fasa hematit (α-Fe_2O_3). Hal ini menunjukkan bahwa serbuk mineral magnetik pasir besi Batang Sukam yang dioksidasi pada temperatur 700 ºC ditahan selama 3,0 jam menghasilkan fasa baru yaitu α-Fe_2O_3.

Selanjutnya hasil difraktogram sinar-X hasil sintesis stronsium ferit dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan ICDD (*The International Centre for Difraction Data*), bahwa bahwa puncak-puncak difraksi yang ditunjukkan oleh Gambar 2 berhimpit dengan puncak-puncak stronsium ferit ($SrO.6Fe_2O_3$). Hal ini menunjukkan bahwa serbuk $SrCO_3$ yang dicampur dengan serbuk Fe_2O_3 yang digerus selama 2,0 jam dan disintering dengan temperatur sintering 1000ºC selama 3,0 jam menghasilkan fasa baru yaitu $SrO.6Fe_2O_3$. Dari analisis difraksi sinar-X diperoleh bahwa stronsium ferit tersebut mempunyai struktur kristal heksagonal.



Gambar 1. Difraktogram sinar-X hasil oksidasi mineral magnetik pasir besi Batang pada temperatur 700ºC selama 3,0 jam.



Gambar 2. Difraktogram sinar-X stronsium ferit hasil sintesis menggunakan metoda *solid-solid mixing* yang disintering dengan temperatur sintering 1000ºC selama 3,0 jam.

Stronsium ferit yang diperoleh dari hasil penelitian ini mempunyai fasa dan struktur kristal yang sama dengan stronsium ferit yang disintesis oleh Muljadi, dkk (2013). Muljadi, dkk (2013) mensintesis stronsium ferit menggunakan stronsium karbonat dan hematit produck Merck menggunakan metoda *solid-solid mixing* yang disintering dengan temperatur sintering 1200ºC selama 2,0 jam.

Pada penelitian ini untuk karakterisasi sifat magnet hanya dilakukan pengukuran nilai suseptibilitas saja. Hasil pengolahan data nilai suseptibilitas diperoleh bahwa nilai suseptibilitas rata-rata stronsium ferit hasil sintesis pada penelitian ini adalah $266,7 \times 10^{-8}$ m^3/kg. Nilai suseptiblitas rata-rata barium ferit yang disintesis oleh Hayati dan Budiman (2016) adalah $549,9 \times 10^{-8}$ m^3/kg. Hal ini menunjukkan bahwa sifat magnetik stronsium ferit tersebut tidak sesuai dengan yang diharapkan seperti yang disebutkan pada pendahuluan. Penelitian ini akan dilanjutkan untuk mengetahui sifat-sifat magnetik lainnya yaitu magnetisasi saturasi, magnetisasi remanen dan medan koersifitas stronsium ferit ini agar dapat dibandingkan dengan stronsium ferit yang disintesis oleh Muljadi, dkk (2013).

Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil mensintesis magnet stronsium ferit menggunakan bahan baku alami yaitu pasir besi Batang Sukam Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat. Hasil analisis difraksi sinar-X menunjukkan bahwa telah terbentuk stronsium ferit dengan struktur kristal sinar-X. Stronsium ferit hasil sintesis pada penelitian ini mempunyai nilai suseptibilitas rata-rata adalah $266,7 \times 10^{-8}$ m^3/kg.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas yang telah mendanai penelitian ini melalui skim Penelitian Mandiri FMIPA UNAND 2016.

Daftar Pustaka

Cullity, B. D., and Graham, C. D. (2009), *Introduction to Magnetic Materials,* Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., Publication.

Hayati, R. dan Budiman, A. (2016), Karakterisasi Suseptibilitas Magnet Barium Ferit yang Disintesis dari Pasir Besi dan Barium Karbonat Menggunakan Metode Metalurgi Serbuk, *Jurnal Fisika Unand* (JFU). 4(2); 187-182.

Muljadi, Sardjono, P. dan Sebayang, P. (2013), Analisis Struktur Kristal dan Sifat Magnet SrO.6Fe2O3 Yang Dihasilkan Via Solid-Solid Mixing dan Sintering, Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVII HFI Jateng & DIY, Solo, 23 Maret 2013, 111-114.

Norman, F. dan Budiman, A. (2016), Pengaruh Ukuran Butir Pasir Besi Terhadap Kandungan Mineral Magnetik Dan Sifat Magnetik, Studi Kasus: Pasir Besi Pantai Sunur Kabupaten Padang Pariaman Sumatera Barat, *Jurnal Fisika Unand* (JFU). 4(3); 91-95.

Siregar, S. dan Budiman, A. (2015), Penentuan Nilai Suseptibilitas Mineral Magnetik Pasir Besi Sisa Pendulangan Emas di Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat, *Jurnal Fisika Unand* (JFU). 3(4); 344-349.

Trilismana, H. dan Budiman, A. (2015), Analisis Suseptibilitas magnetik Hasil Oksidasi Magnetit menjadi Hematit Pasir Besi Pantai Sunur Kota Pariaman Sumatera Barat, *Jurnal Fisika Unand* (JFU). 3(2), 150-156.

Yulianto, S., Bijaksana, S., dan Loeksmanto, W. (2002), Karakterisasi Magnetik Pasir Besi dari Cilacap, *Jurnal Fisika Himpunan Fisika Indonesia*. A5: 55-60.