

**PENGARUH TEMPERATUR SINTERING TERHADAP UKURAN  
NANOPARTIKEL  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  MENGGUNAKAN TEMPLATE PEG-4000**

**Skripsi**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Fisika  
Jurusan Fisika



diajukan oleh

**SILVIA TRISA PUTRI  
07 135 018**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2011**

## **Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Ukuran Nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Menggunakan *Template* PEG-4000**

### **ABSTRAK**

Penelitian ini adalah tentang sintesis nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan bahan baku batuan besi, dengan metode kopresipitasi menggunakan *template* PEG-4000, Variasi temperatur sintering dilakukan untuk melihat pengaruh temperatur sintering tersebut terhadap ukuran partikel yang dihasilkan. *Template* PEG-4000 digunakan untuk menghambat pertumbuhan partikel. Variasi temperatur sintering yang digunakan yaitu 400 °C, 500 °C, 600 °C, dan 700 °C. Dari pola XRD digunakan untuk melihat kristalinitas dan ukuran kristal, dan didapatkan ukuran kristal berturut-turut yaitu 208,6 nm, 83,46 nm, 104,3 nm dan 166,8 nm. Berdasarkan SEM terlihat bahwa partikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> berbentuk hampir bulat dengan ukuran partikel masing-masing sampel berturut-turut yaitu 100 nm, 30-80 nm, 40-80 nm, dan 90 nm dengan peningkatan temperatur sintering.

**Kata kunci** : Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, nanopartikel, PEG-4000, sintering, *template*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Sumatera barat cukup dikenal sebagai wilayah yang mempunyai banyak sumber daya mineral termasuk besi. Salah satu daerah yang memiliki cadangan batuan besi yang cukup besar adalah Rura Tomang Bocor kecamatan Ranah Batahan dan Poros kecamatan Sungai Beremas di Kabupaten Pasaman Barat. Selama ini besi ditambang dan dijual masih dalam bentuk mentah sehingga mempunyai nilai jual yang rendah. Nilai batu besi dapat kita tingkatkan dengan menjadikannya sebagai bahan baku pembuatan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (magnetik). Magnetik ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dikenal sebagai oksida besi hitam (*black iron oxide*) atau *ferrous ferrite* merupakan oksida logam yang paling kuat sifat magnetisnya. Magnetik yang berukuran skala nanometer banyak dimanfaatkan pada proses industri seperti: keramik, katalis, *energy storage*, *magnetic data storage*, ferrofluida, absorbent. Sedangkan pada bidang medis magnetik dapat dimanfaatkan sebagai material pada sistem pengangkutan obat-obatan atau *Drug Delivery System* (DDS), *Magnetik Resonance Imaging* (MRI), dan terapi kanker (Takayanagi dkk, 2007).

Luasnya aplikasi dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ternyata tidak terlepas dari perkembangan kajian material nano yang menuntutnya berada dalam orde nanometer (nm).  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang berada dalam skala nanometer memiliki sifat yang bergantung pada ukurannya. Karena itu, bagaimana mensintesis nanopartikel seragam dengan mengatur ukurannya menjadi salah satu kunci masalah dalam ruang lingkup sintesis nanopartikel (Aiguo dkk, 2008).

Ukuran nanopartikel dapat dikontrol dengan penambahan polimer atau surfaktan. Salah satu polimer yang dapat dipakai untuk membentuk dan mengontrol ukuran dan struktur pori tersebut adalah poliethilen glikol (PEG). Dalam hal ini PEG dapat berfungsi sebagai *template* dan juga pembungkus partikel besi sehingga tidak terbentuk agregat, hal ini dikarenakan PEG terjebak pada permukaan partikel dan menutupi ion positif besi, dan pada akhirnya akan diperoleh hasil partikel dengan bentuk bulatan yang seragam (Perdana, 2010). Untuk hasil yang lebih baik dilakukan variasi terhadap temperatur sintering yang digunakan. Variasi temperatur sintering ini diharapkan dapat menghasilkan nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan ukuran beberapa nanometer saja.

Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  biasanya didapat dengan beberapa metode sintesis kimia, seperti, *reverse micelle method*, sintesis *microwave plasma*, teknik sol – gel, *freeze drying*, *ultrasound irradiation*, metode hidrotermal, teknik pirolisis laser, metode kopresipitasi, dan lain-lain (Aiguo dkk, 2008). Diantara sekian banyak metode, metode kopresipitasi yang paling sederhana karena prosedurnya lebih mudah dilakukan, bahan-bahan dan cara kerja yang digunakan lebih sederhana dibandingkan dengan metoda lainnya.

Pada penelitian ini digunakan poliethilen glikol (PEG) 4000. Poliethilen glikol (PEG) 4000 memiliki sifat yang stabil, mudah bercampur dengan komponen-komponen lain, tidak beracun, dan tidak iritatif. PEG-4000 mempunyai berat molekul rata-rata 4000 g/mol dan memiliki derajat polimerisasi 68. Derajat polimerisasi menyatakan banyaknya panjang rantai yang terkandung dalam PEG. Semakin banyak jumlah rantai yang dikandung oleh polietilen glikol semakin banyak permukaan partikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang ditutupinya dan semakin menghambat pertumbuhan partikel sehingga ukuran kristalnya semakin kecil karena

pertumbuhannya dibatasi atau dihalangi oleh banyaknya rantai PEG (Perdana, 2010). Disamping itu polietilen glikol ini mudah didapat dan harganya cukup terjangkau.

Pada penelitian ini akan dilakukan sintesis dan karakterisasi nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan *template* PEG-4000 dengan variasi temperatur sintering. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur sintering terhadap distribusi ukuran nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

## 1.2 TUJUAN

1. Mensintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dengan metoda kopresipitasi menggunakan *template* PEG-4000 dan melakukan variasi terhadap temperatur sintering nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang dihasilkan.
2. Untuk melihat pengaruh temperatur sintering terhadap ukuran partikel yang dihasilkan dengan melakukan karakterisasi nanopartikel magnetik ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dengan menggunakan XRD untuk melihat kristalinitas, SEM untuk mengetahui ukuran partikel.

## 1.3 MANFAAT

Mengetahui pengaruh temperatur sintering terhadap nanopartikel yang dihasilkan dari  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang disintesis dengan menggunakan PEG-4000 dengan melakukan variasi terhadap temperatur sintering.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dengan melihat pengaruh temperatur sintering terhadap ukuran kristal  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Temperatur sintering berpengaruh terhadap ukuran partikel dan ukuran kristal yang dihasilkan dimana temperatur optimum diperoleh pada  $500\text{ }^\circ\text{C}$  dengan ukuran partikel 30-80 nm dan ukuran kristal terkecil 83,46 nm. Sedangkan dengan kenaikan temperatur secara terus menerus dapat meningkatkan ukuran partikel dan ukuran kristal.
2. Disamping temperatur sintering, konsentrasi PEG juga berpengaruh terhadap ukuran partikel, karena PEG berfungsi sebagai *template* yang dapat menghambat pertumbuhan partikel.
3. Berdasarkan hasil yang diperoleh, destruksi batuan besi bisa menjadi bahan alternatif lain untuk memproduksi material magnetik ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) selain menggunakan bahan komersial.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Abdullah, 2008, *Sintesis Nanomaterial*, Jurnal Nanosains dan Teknologi Vol.1 no 2, Himpunan Riset Material Indonesia
- Aiguo, Yan, 2008, *Solvothermal synthesis and characterisation of size-controlled Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles*, Journal Alloys and Compound 458 : 487 – 491
- Arisandi, D. Kurniawan, T. Hariyanto, Darminto, 2007, *Pengaruh jenis surfaktan pada sifat magnetik fluida magnetik berbasis pasir besi dan aplikasinya untuk pelapisan*, Prosiding Seminar Fisika dan Aplikasinya 2007, Jurusan Fisika FMIPA ITS, Surabaya
- Cullity, B.D, 1972, *Introduction to Magnetic Material*, Canada: Addison-Wesley Publishing Company
- Griffiths, David J, 1989, *Introduction to Electrodynamics*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey
- Halliday, D dan Resnick, R, 1978, *Fisika Jilid 2*, Terjemahan Pantur Silaban dan Erwin Sucipto, 1992, Jakarta: Erlangga
- He, Kai, Cheng-Yan Xu, Laing Zhen, en-Zhu Shao, 2007, *Hydrothermal Synthesis and Characterization of singlecrystalline Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanowires with High Aspect Ratio and Uniformity*, *Materials Letters*, volume 61
- Hironori, Lida dkk, 2007, *Synthesis of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles with Various Sizes and Magnetic Properties by Controlled Hydrolysis*, *Journal of Colloid and Interface Science*, 314
- Kraus, J.D, 1970, *Listrik Magnet*, Terjemahan T. Simandjutak, Bandung: Alumni Bandung
- Liherlinah, dkk, 2008, *Desain Prototipe Reaktor Steam Reforming Menggunakan Ultrasonik Nebulizer*, *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*, Vol 1 No.1. Hal 22-27
- Perdana, Febi Angelia, 2010, *Sintesis Nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dengan Template PEG – 1000 dan Karakterisasi Sifat Kemagnetannya*, *Jurnal Materi dan Energi Indonesia*. Vol 01, No 01 :1-6
- Setiyanto, Imam, 2009, *Pengaruh Variasi Temperatur Sintering Terhadap Ketahanan Aus Bahan Rem Sepatu Gesek*, Laporan Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah, Surakarta

Sholiha, lia kurnia, 2010, *Sintesis dan Karakteristik Partikel Nano  $Fe_3O_4$  yang Berasal Dari Pasir Besi dan  $Fe_3O_4$  Bahan Komersial (Aldrich)*, Laporan Tugas Akhir Jurusan Fisika. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Sutrisno and Tan Ik Gie, 1983, *Fisika dasar*, Bandung : ITB

Takayanagi, dkk, 2007, *Journal of Colloid and Interface Science*, Vol.314, Page.274–280

Taufiq, Ahmad dkk, 2008, *Sintesis Partikel Nano  $Fe_{3-x}Mn_xO_4$  Berbasis Pasir Besi dan Karakterisasi Struktur serta Kemagnetannya*, Jurnal Nanosains & Nanoteknologi Volume 1

Wang, M. Jiang, C. Hu, L. Xu, 2003, *Solid State Communications*, Vol.127, p.605–608

Yulianto, dkk, 2003, *Produksi Hematit ( $Fe_2O_3$ ) dari Pasir Besi : Pemanfaatan Potensi Alam sebagai Bahan Industri Berbasis Sifat Kemagnetannya*, Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol. 5, No.1, hal 51-54

Yunus, Asyari D, 2010, *Struktur dan Sifat Material*, Universitas Darma Persada. Jakarta

Zhang, D. E, dkk, 2005, *Synthesis and Characterization of  $NiFe_2O_4$  Magnetic Nanorods via a PEG-Assisted Route*, Journal of Magnetism and Magnetic Materials 292

<http://mse.iastate.edu/microscopy/college.html>, diakses pada tanggal 15 Februari 2011 pukul 12.00 WIB

<http://k10tiumb.blogspot.com/2009/10/bab-xxv-struktur-padatan-kristalin.html>, diakses pada tanggal 15 Februari 2011 pukul 20.00 WIB