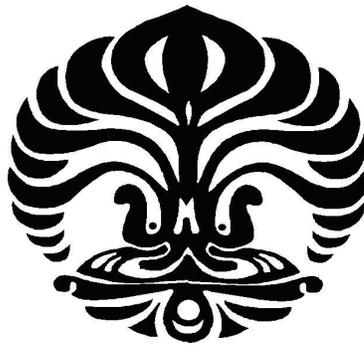


**Pengaruh Subtitusi Atom Mn Pada Sifat Struktur Partikel
Nanomagnetik Besi Oksida**



**Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat
untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**Disusun oleh:
Kiat Sutanding
0303020473**



**Universitas Indonesia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Departemen Fisika
Depok
2008**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

Pengaruh Subtitusi Atom Mn Pada Sifat Struktur Partikel Nanomagnetik Besi Oksida

dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 20 Oktober 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.

Depok, November 2008

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. rer. nat. Rosari Saleh

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dr. Djoko Triyono

Dr. Ariadne L. Juwono

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Kiat Sutanding

0303020473

10 November 2008

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhmdulillah, segala puji penulis panjatkan ke hadirat Sang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Allah SWT, berkat rahmat, nikmat dan karuniaNYA-lah saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Pada kesempatan ini, saya ingin menyampaikan penghargaan dan rasa terima kasih saya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini. Dengan ketulusan hati dan rasa hormat yang sebesar-besarnya, izinkanlah saya untuk menyampaikan rasa terima kasih saya kepada :

1. **Allah SWT**, dengan berjuta-juta lebih nikmat yang telah dikaruniakanNYA pada saya hingga saat ini.
2. **Prof. Dr. rer. nat. Rosari Saleh** atas bimbingannya.
3. **Mama dan Papa** tercinta, yang telah mencurahkan cinta dan kasih sayangnya setiap hari.
4. **Keluarga penulis**, yang menemani penulis setiap hari.
5. **Devilim**, nuff said!
6. Anak-anak material 03: **Andestyarani** yang selalu ceria, **Ernawati** yang lagi sibuknya, **R A Gema** sang 'wali', **Lindu Taufanni** yang kalem, **Lukman Hadi Surya** yang 'aneh', **Rangga Agung** yang udah raib kabarnya, **Tatu Masudah** yang lagi nunggu momongan.
7. **Teman-teman Fisika angkatan 2003**.
8. Sepupuku **Nani Djoenaedi** yang memberikan media berkonsultasi ketika penulis menghadapi kesulitan dalam mengerjakan tulisan ini.
9. **Mami Linny** dan **Papi Rubi** yang menemani dalam setiap kesempatan.
10. **Vivi Sebayang, Pietra Dewi, Lidwina Sonia Aji**, pasangan-pasangan penulis di lantai dansa yang membantu penulis melupakan kesusahan hati ketika menyusun skripsi.

Serta kepada seluruh pihak yang tidak mungkin dapat disebutkan satu persatu namun memberikan kontribusi yang berarti pada penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap tulisan ini dapat membantu mereka yang membutuhkan

Depok, November 2008

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Kiat Sutanding
NPM : 0303020473
Program Studi : Fisika Material dan Zat Mampat
Departemen : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Rights*) atas karya ilmiah yang berjudul:

Pengaruh Substitusi Atom Mn Pada Sifat Struktur Partikel Nanomagnetik Besi Oksida

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pengkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 10 November 2008

Yang Menyatakan:

ABSTRAK

Nama : Kiat Sutanding
Program Studi : Fisika
Judul : Pengaruh Subtitusi Atom Mn Pada Struktur Partikel Nanomagnetik Besi Oksida

Partikel nanomagnetik Jacobsite dengan beragam ukuran dapat disintesis dengan menggunakan metode *co-precipitation*. Sampel divariasikan pada saat sintesis dengan dan tanpa proses ultrasonik. Partikel nanomagnetik ini kemudian dikarakterisasi untuk mengetahui kondisi struktur partikel tersebut. Proses annealing telah memberikan efek yang signifikan pada struktur partikel nanomagnetik, di mana sampel hasil proses annealing memiliki derajat kristalinitas yang lebih baik daripada sampel hasil sintesis. Hasil studi struktur pada sampel yang tidak dikenai proses ultrasonik dapat disimpulkan bahwa dengan perlakuan annealing pada 300°C selama empat jam seluruh partikel nanomagnetik berada pada fasa Jacobsite; sedangkan untuk sampel dengan perlakuan ultrasonik fasa Jacobsite telah terbentuk mulai setelah satu jam proses annealing pada temperatur yang sama. Metode *co-precipitation* tanpa proses ultrasonik dapat menghasilkan partikel nanomagnetik Jacobsite dengan ukuran antara 4 nm dan 16 nm. Untuk metode ultrasonik dihasilkan partikel dengan fasa Jacobsite dengan ukuran partikel antara 2 nm dan 11 nm.

Kata kunci : MnFe_2O_4 , *co-precipitation*, ultrasonic, annealing.

ABSTRACT

Name : Kiat Sutanding
Study Program : Fisika
Title : The Influence of Mn Substitute on the Structural Properties of Iron
Oxide Nanoparticle

Jacobsite nanomagnetic particles with various size can be easily synthesized by using co-precipitation method. Samples are categorized into two synthesis condition, which is non-ultrasonic assisted and ultrasonic assisted process. Samples are characterized with various methods to give understanding on their structure. Annealing process gave significant effect on the structure of the particles, thus provides better crystallinity on the annealed samples. The study shows that upon the annealing temperature of 300⁰C for four hours on nanomagnetic particles synthesized using ultrasonic are in Jacobsite phase; on the other hand we could have pure Jacobsite only by an hour of annealing when we subject the samples to ultrasonic treatment. Nanomagnetic particles size ranging from 4 nm to 16 nm are found after annealing process when samples are synthesized without using ultrasonic treatment. We have also obtained nanomagnetic particles with size ranging from 2 nm to 11 nm after annealing process when the samples are being exposed to ultrasonic treatment.

keyword : MnFe₂O₄, co-precipitation, ultrasonic, annealing.

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS..... | iii |
| UCAPAN TERIMA KASIH..... | iv |
| LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH | vi |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| | |
| 1. PENDAHULUAN | 1 |
| | |
| 2. PENELITIAN PARTIKEL NANOMAGNETIK..... | 4 |
| | |
| 3. EKSPERIMEN..... | 8 |
| 3.1. Sintesis Partikel Nanomagnetik Jacobsite..... | 8 |
| 3.2. Karakterisasi Sampel..... | 10 |
| | |
| 4. HASIL DAN ANALISIS..... | 13 |
| | |
| 5. KESIMPULAN DAN SARAN | 45 |
| | |
| DAFTAR REFERENSI | 46 |

DAFTAR GAMBAR

| Judul | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 3.1. Diagram alir proses sintesis partikel nanomagnetik Jacobsite dengan menggunakan metode <i>co-precipitation</i> | 9 |
| Gambar 4.1. Pola difraksi sinar X pada sampel yang disintesis tanpa menggunakan proses ultrasonik | 14 |
| Gambar 4.2. Pola difraksi sinar X pada sampel yang disintesis dengan menggunakan proses ultrasonik | 14 |
| Gambar 4.3. Profil DSC dari sampel yang disintesis tanpa proses ultrasonik sebelum dan sesudah dianneal | 19 |
| Gambar 4.4. Pola difraksi sinar X untuk sampel yang disintesis tanpa bantuan proses ultrasonik dengan perbandingan konsentrasi Mn/Fe = $\frac{1}{2}$ yang telah diberikan perlakuan <i>annealing</i> dengan variasi temperatur <i>annealing</i> | 21 |
| Gambar 4.5. Pola difraksi sinar X untuk sampel yang disintesis tanpa bantuan proses ultrasonik dengan perbandingan konsentrasi Mn/Fe = $\frac{1}{2}$ yang telah diberikan perlakuan <i>annealing</i> dengan variasi waktu <i>annealing</i> | 24 |
| Gambar 4.6. Profil perubahan ukuran partikel setelah proses <i>annealing</i> Pada sampel yang disintesis tanpa bantuan proses ultrasonik dengan berbagai kondisi variasi: (a) variasi temperatur <i>annealing</i> , (b) variasi waktu <i>annealing</i> . | 28 |
| Gambar 4.7. Pola difraksi sinar X untuk sampel yang disintesis tanpa proses ultrasonic dengan variasi perbandingan konsentrasi Mn/Fe | 29 |
| Gambar 4.8. Hubungan antara ukuran partikel dan rasio konsentrasi Mn/Fe pada sampel yang disintesis tanpa proses ultrasonik | 31 |
| Gambar 4.9. Pola difraksi sinar X pada sampel dengan variasi konsentrasi Mn/Fe = $\frac{1}{2}$ yang disintesis dengan bantuan | 33 |

proses ultrasonik setelah dilakukan proses *annealing*
dengan variasi temperatur *annealing*

- Gambar 4.10. Pola difraksi sinar X pada sampel dengan variasi konsentrasi Mn/Fe = 1/2 yang disintesis dengan bantuan proses ultrasonik setelah dilakukan proses *annealing* dengan variasi waktu *annealing* 36
- Gambar 4.11. Profil perubahan ukuran partikel setelah proses *annealing* pada sampel yang disintesis dengan bantuan proses ultrasonik dengan berbagai kondisi variasi:
(a) variasi temperatur *annealing*,
(b) variasi waktu *annealing* 39
- Gambar 4.12. Perbandingan ukuran partikel antara sampel yang disintesis tanpa dan dengan proses ultrasonik untuk:
(a) variasi temperatur *annealing*,
(b) variasi waktu *annealing* 40
- Gambar 4.13. Perbandingan pola difraksi sinar X untuk sampel yang disintesis dengan berbagai macam perbandingan konsentrasi Mn dan Fe dan telah dianneal pada 300^oC selama empat jam 41
- Gambar 4.14. Hubungan antara ukuran partikel dan rasio konsentrasi Mn/Fe pada sampel yang disintesis dengan proses ultrasonik 43

DAFTAR TABEL

| Judul | Halaman |
|---|----------------|
| Tabel 4.1. Hasil analisis Rietveld pada sampel yang disintesis dengan menggunakan proses ultrasonik | 15 |
| Tabel 4.2. Hasil analisis Rietveld pada sampel setelah <i>annealing</i> dengan variasi temperatur yang disintesis tanpa menggunakan proses ultrasonik dengan perbandingan Mn/Fe = 1/2 | 22 |
| Tabel 4.3. Hasil analisis Rietveld pada sampel setelah <i>annealing</i> dengan variasi waktu <i>annealing</i> yang disintesis tanpa menggunakan proses ultrasonik dengan perbandingan Mn/Fe = 1/2 | 25 |
| Tabel 4.4. Hasil analisis Rietveld pada sampel dengan variasi perbandingan konsentrasi Mn/Fe untuk sampel tanpa proses ultrasonik setelah melalui proses annealing | 30 |
| Tabel 4.5. Tabel hasil analisis Rietan untuk sampel hasil annealing dengan perbandingan konsentrasi Mn/Fe = 1/2 pada sampel yang disintesis dengan menggunakan bantuan proses ultrasonik | 34 |
| Tabel 4.6. Tabel hasil analisis Rietan untuk sampel hasil annealing dengan perbandingan konsentrasi Mn/Fe = 1/2 pada sampel yang disintesis dengan menggunakan bantuan proses ultrasonik | 36 |
| Tabel 4.7. Informasi hasil analisis Rietveld pada sampel dengan variasi perbandingan konsentrasi Mn/Fe untuk sampel dengan proses ultrasonik setelah melalui proses annealing | 42 |