



UNIVERSITAS INDONESIA

PADUAN Mg_3CoNi_2 SEBAGAI PENYERAP HIDROGEN

DISERTASI

**Diajukan untuk sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Doktor**

**ANDON INSANI
8404000017**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI DAN MATERIAL
PROGRAM PASCASARJANA BIDANG ILMU TEKNIK
UNIVERSITAS INDONESIA
JULI 2009**

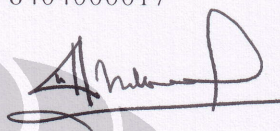
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

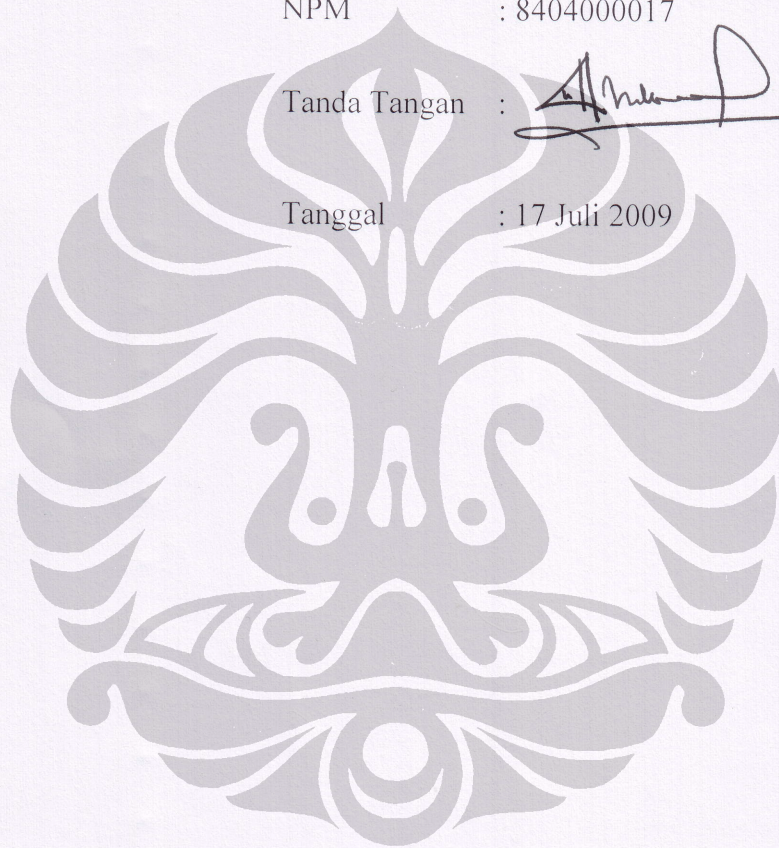
Nama : Andon Insani

NPM : 8404000017

Tanda Tangan :



Tanggal : 17 Juli 2009



HALAMAN PENGESAHAN

Disertasi ini diajukan oleh :
Nama : Andon Insani
NPM : 8404000017
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Judul Disertasi : Paduan Mg_3CoNi_2 Sebagai Penyerap Hidrogen

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Doktor pada Program Studi Metalurgi dan Material, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Promotor : Prof. Dr. Ir. Eddy S. Siradj, M.Eng. ()
Kopromotor : Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi S, D.E.A ()
: Dr. Hadi Suwarno, M.Eng. ()
Tim Penguji : Prof. Dr. Ing. Ir. Bambang Suharno (Ketua)()
: Prof. Dr. Ir. Anne Zulfia, M.Sc (Anggota)()
: Dr. Azwar Manaf, M.Met (Anggota)()
: Prof. Ir. Jamasri, Ph.D (Anggota)()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 17 Juli 2009

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah rabbil 'alamiin, segala Puji saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan disertasi ini. Penulisan disertasi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Doktor Jurusan Metalurgi dan Material pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan, penelitian sampai penyusunan disertasi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan disertasi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy S. Siradj, M.Eng., selaku promotor yang telah menyediakan waktu, pikiran dan tenaga untuk mengarahkan saya dalam penyusunan disertasi ini;
- (2) Bapak Prof. Dr. Ir. Johnny Wahyuadi S, DEA, selaku ko-promotor yang telah menyediakan waktu, pikiran dan tenaga untuk berdiskusi dengan saya dalam penyusunan disertasi ini;
- (3) Bapak Dr. Hadi Suwarno, M.Eng., selaku ko-promotor yang telah menyediakan waktu, pikiran dan tenaga dalam usaha untuk memperoleh data yang saya perlukan;
- (4) Bapak Dr. Ir. Dedi Priadi, DEA selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Indonesia yang selalu memberikan semangat;
- (5) Bapak Prof. Dr. Ing. Bambang Suharno selaku Ketua Departemen Teknik Metalurgi dan Material;
- (6) KNRT, selaku sponsor yang telah memberikan beasiswa dalam program doktor;
- (7) Seluruh Staf Pengajar Departemen Teknik Metalurgi dan Material FT UI yang telah ikut serta memberikan masukan dan dukungan;
- (8) Seluruh Karyawan Teknik Metalurgi dan Material FT UI yang telah membantu;
- (9) Dr. Abarrul Ikram selaku kepala BS P3IB-BATAN yang telah memberikan ijin dan mendorong saya untuk mengikuti program doktor

- (10) PT Batan Teknologi yang telah memberikan ijin penggunaan peralatan untuk pengambilan data
- (11) Dr. Ridwan selaku kepala BZM P3IB-BATAN yang telah mengizinkan pemakaian alat-alat penelitian dan memberikan saran-saran
- (12) Rekan-rekan BSN dan BKAN PTBIN-BATAN yang selalu bersedia memberikan bantuan dalam penelitian
- (13) Ibunda Juwariyah, Ayahanda Nuh, Ibunda Mertua Fatimah Nasution, Ayanda Mertua Bahrum Daulay, Suami tercinta Hotmatua Daulay dan ananda Fatah yang telah memberikan dukungan dan do'a demi kemudahan dalam penyelesaian disertasi ini
- (14) Rekan-rekan seangkatan tahun 2004 atas kerjasamanya

Akhir kata, saya mengucapkan jazakumullah khoiron katsiron, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dan semoga disertasi ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 17 Juli 2009

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Andon Insani
NPM : 8404000017
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Departemen : Teknik Metalurgi dan Material
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Disertasi

demi pembangunan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

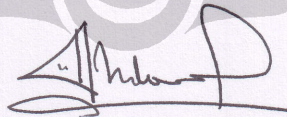
Paduan Mg_3CoNi_2 Sebagai Penyerap Hidrogen

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan 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 : Depok
Pada tanggal : 17 Juli 2009

Yang menyatakan



(Andon Insani)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
DAFTAR SINGKATAN.....	xviii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Batasan Masalah.....	7
1.6 Hipotesa.....	7
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Hidrogen Sebagai Energi.....	8
2.2 Metode Penyimpanan Hidrogen dalam Hidrida Logam: Mekanisme Pembentukan Hidrida.....	11

2.3	Termodinamika Penyerapan Hidrogen pada Logam.....	15
2.4	Metode Pembuatan Paduan.....	16
3.	METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1	Bahan dan Alat.....	17
3.2	Diagram Alir Penelitian	18
3.1.1	Alir Pembuatan Paduan dengan Metode Pemaduan Mekanik Kering.....	18
3.1.2	Alir Pembuatan Paduan dengan Metode Pemaduan Mekanik Basah.....	20
3.2.3	Alir Persiapan Pengujian Performance Penyerapan Hidrogen.....	21
3.2.4	Alir Pengujian Performance Penyerapan Hidrogen.....	21
3.3	Metodologi Pembuatan Paduan.....	23
3.4	Metodologi Karakterisasi.....	24
3.4.1	Analisa Struktur Kristal.....	24
3.4.2	Analisa Morfologi SEM.....	25
3.4.3	Analisa SANS.....	25
3.4.4	Analisa Termal DTA.....	28
3.5	Metodologi Pengujian Penyerapan Hidrogen.....	30
4.	HASIL PEMBUATAN PADUAN.....	32
4.1	Pemaduan Mekanik Kering.....	32
4.1.1	Konvensional Milling.....	33
4.1.2	High Energy Milling.....	40
4.1.1.1	Rasio Bola Terhadap Sampel 1:1.....	40

4.1.1.2 Rasio berat bola terhadap sampel 8:1.....	51
4.2 Pemaduan Mekanik Basah	58
4.3 Pembahasan.....	65
5. HASIL UJI KAPASITAS HIDROGEN.....	67
5.1 Pengaruh waktu <i>milling</i> terhadap kapasitas penyerapan hidrogen.....	67
5.2. Pengaruh siklus terhadap kapasitas penyerapan hidrogen.....	76
5.3 Perubahan struktur mikro setelah hidriding	78
6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
6.1 Kesimpulan.....	85
6.2 Saran.....	86
DAFTAR ACUAN.....	87
LAMPIRAN.....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Volume 4 kg hidrogen dalam berbagai cara penyimpanan.....	3
Gambar 2.1	Skema Reaksi antara Gas H ₂ dengan Bahan Penyerap.....	12
Gambar 2.2	Energi Potensial dari Hidrogen yang Sedang Mendekati Permukaan Logam.....	13
Gambar 2.3	Posisi Atom H Secara Oktahedral dan Tetrahedral pada Logam.....	14
Gambar 2.4	Skema Diagram PCT dan Plot Van't Hoff.....	14
Gambar 3.1	Diagram alir pembuatan paduan Mg ₃ CoNi ₂ dengan metode pemaduan kering.....	19
Gambar 3.2	Diagram alir pembuatan paduan Mg ₃ CoNi ₂ dengan metode pemaduan basah.....	20
Gambar 3.3	Diagram alir persiapan sampel untuk pengukuran kemampuan penyerapan hidrogen.....	21
Gambar 3.4	Diagram alir pengukuran kemampuan penyerapan hidrogen...	22
Gambar 3.5	Proses tumbukan bola-bola dalam media <i>milling</i>	23
Gambar 3.6	<i>mechanical alloying</i> menurut referensi Benyamin dan Volin.....	24
Gambar 3.7	Skema alat SANS.....	26
Gambar 3.8	Tipe pola hamburan SANS dan interpretasi data.....	28
Gambar 3.9	Skema alat DTA.....	29
Gambar 3.10	Skema peralatan hidrogenasi-dehidrogenasi.....	30
Gambar 4.1	Pola difraksi sinar-X paduan Mg ₃ CoNi ₂ pada rasio B/S=8 (konvensional <i>milling</i>).....	33
Gambar 4.2	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg ₃ CoNi ₂ yang <i>dimilling</i> selama 20 jam dengan <i>milling</i> konvensional.....	34
Gambar 4.3	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg ₃ CoNi ₂ yang <i>dimilling</i> selama 40 jam dengan <i>milling</i> konvensional.....	35

Gambar 4.4	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 60 jam dengan <i>milling</i> konvensional.....	36
Gambar 4.5	Perubahan ukuran kristal terhadap waktu <i>milling</i> pada rasio B/S=8 (konvensional <i>milling</i>).....	37
Gambar 4.6	Perubahan bentuk dan ukuran paduan Mg_3CoNi_2 pada rasio B/S=8 (konvensional <i>milling</i>).....	38
Gambar 4.7	Hasil pengukuran DTA pada pembuatan paduan Mg_3CoNi_2 (konvensional <i>milling</i>).....	39
Gambar 4.8	Pola difraksi paduan Mg_3CoNi_2 pada rasio B/S= 1.....	40
Gambar 4.9	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 10 menit.....	41
Gambar 4.10	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 5 jam.....	41
Gambar 4.11	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 10 jam.....	42
Gambar 4.12	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 15 jam.....	43
Gambar 4.13	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 20 jam.....	44
Gambar 4.14	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 40 jam.....	44
Gambar 4.15	Perubahan Fraksi Volume Terhadap Waktu <i>Milling</i>	45
Gambar 4.16	Perubahan Parameter Kisi Mg, Co dan Ni Terhadap Waktu <i>Milling</i>	46
Gambar 4.17	Perubahan Ukuran Kristal Masing-masing Unsur Terhadap Waktu <i>Milling</i>	47
Gambar 4.18	Perubahan bentuk dan ukuran partikel paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 5(a), 10(b), 15(c) dan 20 jam (d).....	49
Gambar 4.19	Profil SANS paduan Mg_3CoNi_2 dengan rasio B/S=1.....	50
Gambar 4.20	Hasil pengukuran DTA pada paduan Mg_3CoNi_2	51

Gambar 4.21	Pola difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 pada rasio B/S=8 (HEM).....	52
Gambar 4.22	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 10 jam pada rasio B/S=8 (HEM).....	52
Gambar 4.23	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 20 jam pada rasio B/S=8 (HEM).....	53
Gambar 4.24	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 40 jam pada rasio B/S=8 (HEM).....	54
Gambar 4.25	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 60 jam pada rasio B/S=8 (HEM).....	55
Gambar 4.26	Perubahan ukuran partikel setelah <i>milling</i> paduan Mg_3CoNi_2 pada Rasio B/S=8 (HEM).....	56
Gambar 4.27	Profil SANS paduan Mg_3CoNi_2 pada rasio B/S=8 (HEM).....	57
Gambar 4.28	Pola difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang dibuat dengan pemaduan mekanik basah menggunakan HEM	58
Gambar 4.29	Pola difraksi sinar-X paduan Mg_2Ni dan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> selama 20 jam	59
Gambar 4.30	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang dibuat dengan pemaduan mekanik basah, <i>milling</i> 20 jam.....	60
Gambar 4.31	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang dibuat dengan pemaduan mekanik basah, <i>milling</i> 30 jam.....	61
Gambar 4.32	Hasil analisa difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 yang dibuat dengan pemaduan mekanik basah, <i>milling</i> 40 jam.....	61
Gambar 4.33a	Pola difraksi sinar-X sebelum dan sesudah anil paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> 20 jam.....	62
Gambar 4.33b	Pola difraksi sinar-X sebelum dan sesudah anil paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> 30 jam.....	62
Gambar 4.33c	Pola difraksi sinar-X sebelum dan sesudah anil paduan Mg_3CoNi_2 yang <i>dimilling</i> 40 jam.....	63
Gambar 4.34	Perubahan bentuk dan ukuran partikel paduan Mg_3CoNi_2 yang dibuat dengan pemaduan mekanik basah pada berbagai waktu <i>milling</i>	64

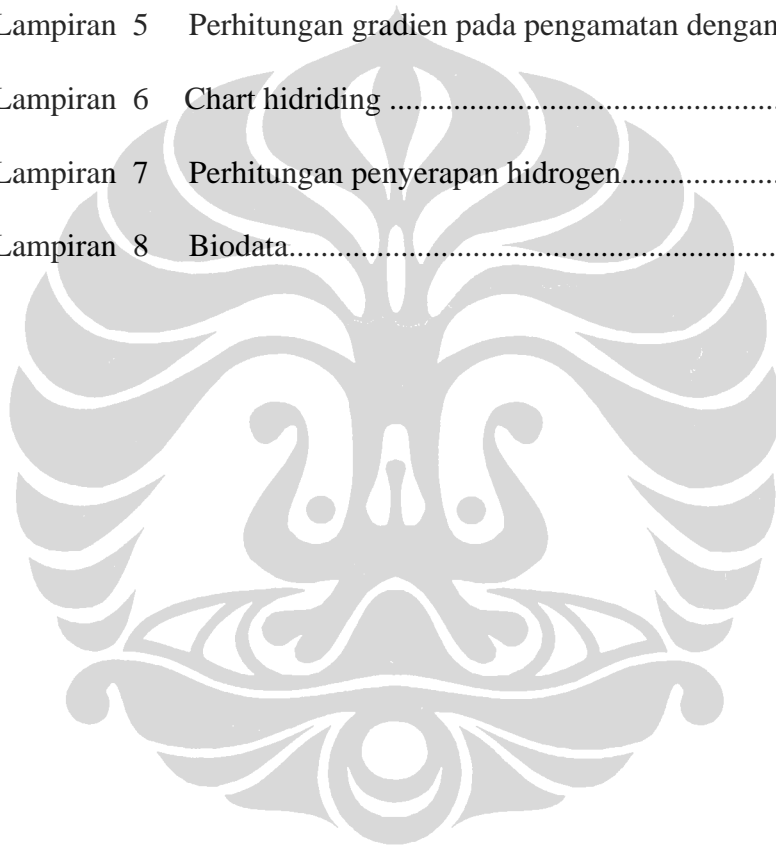
Gambar 4.35	Profil SANS paduan Mg_3CoNi_2 pada pemaduan mekanik basah.....	64
Gambar 5.1	Penyerapan hidrogen pada paduan Mg_3CoNi_2 pada temperatur 200°C (a), 250°C (b) dan 300°C (c) selama 300 detik.....	68
Gambar 5.2	Perbandingan kapasitas penyerapan hidrogen pada paduan Magnesium.....	69
Gambar 5.3	Perbandingan waktu penyerapan hidrogen pada paduan Magnesium.....	70
Gambar 5.4	Pengaruh waktu <i>milling</i> terhadap waktu penyerapan hidrogen pada temperatur (a) 200°C, (b) 250°C dan (c) 300°C selama 300 detik.....	72
Gambar 5.5	Pengaruh temperatur terhadap penyerapan hidrogen paduan Mg_3CoNi_2 pada <i>milling</i> selama (a) 20 jam, (b) 30 jam dan (c) 40 jam	74
Gambar 5.6	Plot $\ln P$ vs $1/T$ dari penyerapan hidrogen paduan Mg_3CoNi_2 yang dimilling selama 20, 30 dan 40 jam.....	75
Gambar 5.7	Pengaruh siklus terhadap kapasitas dan kecepatan penyerapan pada Mg_3CoNi_2 yang dimilling selama (a) 20 jam, (b) 30 jam dan (c) 40 jam	77
Gambar 5.8	Perubahan (a) pola difraksi dan (b) ukuran kristal paduan Mg_3CoNi_2 yang dimilling selama 20 jam sesudah hidring.....	78
Gambar 5.9a	Perubahan pola difraksi paduan Mg_3CoNi_2 yang dimilling selama 30 jam sesudah hidring.....	79
Gambar 5.9b	Perubahan ukuran kristal paduan Mg_3CoNi_2 yang dimilling selama 30 jam sesudah hidring.....	80
Gambar 5.10	Perubahan (a) pola difraksi dan (b) ukuran kristal paduan Mg_3CoNi_2 yang dimilling selama 40 jam sesudah hidring.....	81
Gambar 5.11	Profil SANS sebelum dan sesudah hidriding paduan Mg_3CoNi_2 yang dimilling pada 20 jam (a) dan 30 jam (b).....	82
Gambar 5.12	Perubahan luas permukaan sebelum dan sesudah hidriding paduan Mg_3CoNi_2 yang dimilling selama 20 jam (a) dan 30 jam (b).....	84

TABEL

Tabel 1.1	Kapasitas hidrogen pada berbagai metode penyimpanan.....	2
Tabel 1.2	Hasil penelitian paduan magnesium sebagai penyerap hydrogen..	5
Tabel 2.1	Perbandingan sifat-sifat bahan bakar hydrogen, metan dan bensin.....	9
Tabel 4.1	Data kualitas <i>refinement</i> pola difraksi sinar-X dari Mg_3CoNi_2 pada konvensional <i>milling</i> (rasio 8:1).....	37
Tabel 4.2	Data kualitas <i>refinement</i> pola difraksi sinar-X paduan Mg_3CoNi_2 pada Rasio berat bola terhadap sampel 1:1 (HEM).....	45
Tabel 4.3	Data kualitas <i>refinement</i> pola difraksi sinar-X dari Mg_3CoNi_2 pada rasio B/S=8 (HEM).....	55
Tabel 4.4	Ukuran partikel hasil pengamatan SEM dengan berbagai waktu <i>milling</i>	56
Tabel 4.5	Parameter kisi dari beberapa sampel yang diperoleh dari perhitungan data XRD.....	60
Tabel 5.1	Jumlah hidrogen yang diserap selama 300 detik pada temperatur 200°C, 250°C dan 300°C dalam wt %.....	69
Tabel 5.2	Perbandingan kapasitas penyerapan hidrogen dari beberapa peneliti.....	71
Tabel 5.3	Hasil perhitungan perubahan entalpi dan entropi.....	75

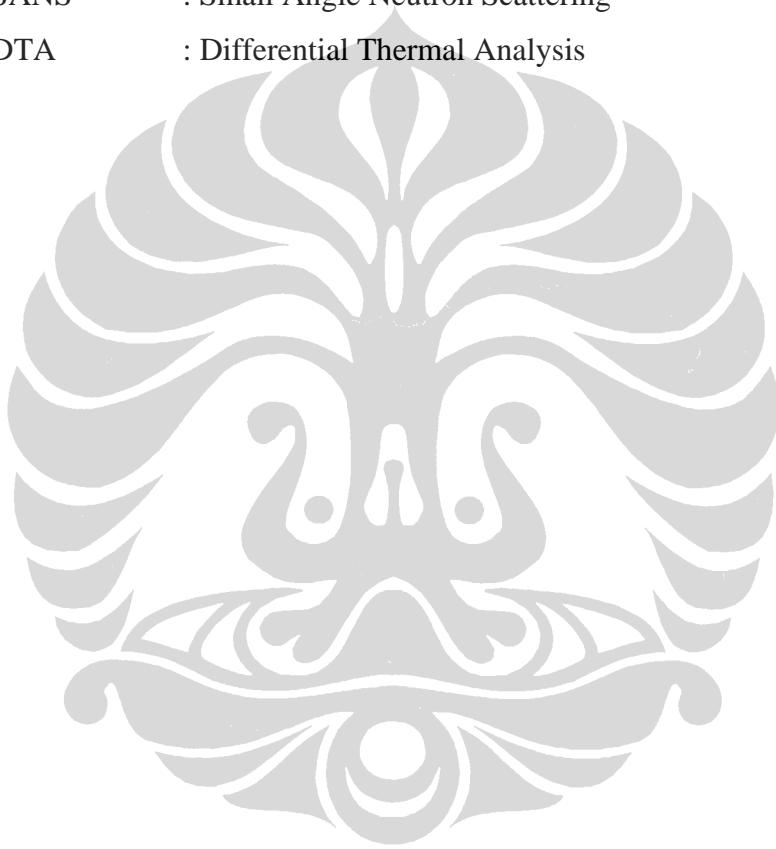
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Skema Produksi Hidrogen	93
Lampiran 2	Foto Alat Penelitian	95
Lampiran 3	Data JCPDS	98
Lampiran 4	Data kristalografi berbagai fasa.....	106
Lampiran 5	Perhitungan gradien pada pengamatan dengan SANS.....	108
Lampiran 6	Chart hidriding	115
Lampiran 7	Perhitungan penyerapan hidrogen.....	140
Lampiran 8	Biodata.....	173



DAFTAR SINGKATAN

MA	: Mechanical Alloying
XRD	: X-Ray Diffractometer
SEM	: Scanning Electron Microscope
SANS	: Small Angle Neutron Scattering
DTA	: Differential Thermal Analysis



ABSTRAK

Nama : Andon Insani
Program Studi : Teknik Metalurgi dan Material
Judul : Paduan Mg_3CoNi_2 Sebagai Penyerap Hidrogen

Desertasi ini membahas tentang karakteristik Paduan Mg_3CoNi_2 Sebagai Penyerap Hidrogen. Paduan dibuat dengan metode pemaduan mekanik. Untuk mendapatkan sampel yang optimal telah dilakukan variasi pembuatan sampel dengan mengombinasikan rasio berat bola terhadap sampel 1:1 dan 8:1 dengan waktu *milling* selama 10 menit, 5, 10, 15, 20, 30, 40 dan 60 jam. Peralatan *milling* adalah konvensional *milling* dan High Energy Milling SPEX 8000. Dari pengukuran XRD diketahui bahwa semua sampel mengalami oksidasi dengan bertambahnya waktu *milling* yaitu terbentuknya fasa MgO yang semakin banyak. Untuk mengurangi oksidasi dilakukan teknik pemaduan basah dengan cara menambahkan toluen ke dalam sampel yang akan *dimilling*. Dari pengukuran XRD diketahui bahwa fasa yang terbentuk sebagian besar adalah Mg_2Ni dan sedikit $MgNi_2$ sedangkan fasa Mg_2Co dan $MgCo_2$ tidak terbentuk. Hal ini karena energi pembentukan Mg_2Co dan $MgCo_2$ lebih besar dari pada pembentukan Mg_2Ni dan $MgNi_2$. Fasa Mg_2Ni yang terbentuk mengalami penurunan parameter kisi dari 5,22 nm menjadi 4,59 nm dan dari 13,29 nm menjadi 11,72 nm. Dari hasil pengamatan dengan SEM juga menunjukkan pengurangan ukuran partikel dan dari pengamatan dengan SANS menunjukkan penambahan luas permukaan. Kapasitas penyerapan hidrogen terbanyak diperoleh pada sampel yang *dimilling* selama 40 jam pada temperatur 200°C, yaitu sebesar 3,3 % berat. Keberadaan hidrogen di dalam sampel ditunjukkan dengan terjadinya perubahan ukuran kristal pada sudut 40,95° dan pada sudut 47,7°. Keberadaan hidrogen dalam sampel juga dibuktikan dengan turunnya intensitas hamburan neutron pada pengamatan dengan menggunakan SANS.

Kata kunci: pemaduan mekanik basah, penyerap hidrogen

ABSTRACT

Name : Andon Insani
Program of Study : Material and Metallurgical Engineering
Title : Mg₃CoNi₂ alloy as a Hydrogen Storage

This dissertation is discussing about the characteristics of Mg₃CoNi₂ alloy as a hydrogen storage. The alloy is made by mechanical alloying method. To obtain the optimal sample, a variation making of sample has been done by combining the ball to the sample weight ratio of 1:1 and 8:1 with the milling time of 10 s, 5, 10, 15, 20, 30, 40 and 60 hours. The milling apparatus used is a conventional milling and a High Energy Milling SPEX 8000. From the XRD measurement results it is known that all obtained by dry preparation method sample are oxidized into MgO phase, especially for longer milling time. To reduce the oxidation effects a wet alloying method has been done by adding toluene to the sample to be milled. From the XRD measurement results it is known that the phases formed are mostly Mg₂Ni and small amount of MgNi₂, while the phases of Mg₂Co and MgCo₂ are not formed. This is because the energy of Mg₂Co and MgCo₂ formations are bigger than those for Mg₂Ni and MgNi₂ formation. The lattice parameters of Mg₂Ni formed decrease from 5,22 nm to 4,59 nm and from 13,29 nm to 11,72 nm. From the observation results using SEM the decrease of particle size is also shown and from SANS investigations it is shown that surface area increased with increasing milling time. The highest hydrogen absorption capacity was obtained from 40 hours milled sample at hydriding temperature of 200°C. The presence of hydrogen in the sample is indicated the change of the crystallite size calculated the angle of 40,95° and 47,7°. The presence of hydrogen in the sample is also proven with the decrease of neutron scattering intensity analyzed using SANS.

Keywords: wet mechanical alloying, hydrogen storage