



TUGAS AKHIR - SF091321

SINTESIS MAGNESIUM OKSIDA MENGGUNAKAN METODE LOGAM-TERLARUT ASAM

DIEN ROSMA DIANA
NRP 1110 100 001

Dosen Pembimbing
Prof. Suminar Pratapa, M.Sc.,Ph.D.

Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR - SF091321

SINTESIS MAGNESIUM OKSIDA MENGGUNAKAN METODE LOGAM-TERLARUT ASAM

DIEN ROSMA DIANA
NRP 1110 100 001

Dosen Pembimbing
Prof. Suminar Pratapa, M.Sc.,Ph.D.

Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - SF091321

SYNTHESIS OF MAGNESIUM OXIDE USING DISSOLVED-METAL MIXING METHOD

DIEN ROSMA DIANA
NRP 1110 100 001

Advisor
Prof. Suminar Pratapa, M.Sc., Ph.D.

Department of Physics
Faculty of Mathematics and Science
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014



FINAL PROJECT - SF091321

SYNTHESIS OF MAGNESIUM OXIDE USING DISSOLVED-METAL MIXING METHOD

DIEN ROSMA DIANA
NRP 1110 100 001

Advisor
Prof. Suminar Pratapa, M.Sc., Ph.D.

Department of Physics
Faculty of Mathematics and Science
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2014

LEMBAR PENGESAHAN
SINTESIS MAGNESIUM OKSIDA
MENGGUNAKAN METODE LOGAM-
TERLARUT ASAM

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Studi Material program Studi S-1 Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
DIEN ROSMA DIANA
Nrp. 1110 100 001

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Drs. Suminar Pratapa, M.Sc., Ph.D.


(Pembimbing)


Surabaya, Januari 2015

SINTESIS MAGNESIUM OKSIDA MENGGUNAKAN METODE LOGAM – TERLARUT ASAM

Nama : Dien Rosma Diana
NRP : 1110100001
Jurusan : Fisika, FMIPA – ITS
Pembimbing : Prof. Suminar Pratapa, M.Sc., Ph.D.

Abstrak

Telah dilakukan sintesis MgO dengan metode logam-terlarut asam dan penambahan 2 jenis polietilen glikol (PEG), yaitu PEG400 dan PEG1000. Serbuk murni Mg digunakan sebagai bahan dasar yang dilarutkan dalam HCl 37% untuk menyiapkan sampel tanpa PEG (MgONP) dan beberapa sampel lain disiapkan dengan menambahkan PEG400 (MgOP4) dan PEG1000 (MgOP10). Bahan-bahan dasar dicampur dengan cara diaduk selama 1 jam pada temperatur kamar, lalu dikeringkan pada temperatur 80°C. Serbuk yang telah dikeringkan diuji dengan DTA-TGA untuk mengetahui fenomena termal dari sampel yang digunakan sebagai dasar memilih temperatur kalsinasi. Temperatur kalsinasi yang digunakan adalah 400, 500, 600, 700 dan 800°C. Serbuk-serbuk terkalsinasi dikarakterisasi menggunakan XRD dan, secara umum, diketahui bahwa fasa-fasa yang terbentuk adalah periklas dan bikosfit. Analisis komposisi fasa menunjukkan bahwa penambahan PEG mempengaruhi terbentuknya fasa periklas, secara umum fasa periklas terbentuk pada temperatur 600°C tetapi pada MgOP4 dan MgOP10 pada temperatur 600°C terdapat fasa biskosfit. Analisis data difraksi lanjutan untuk estimasi ukuran kristal menunjukkan bahwa ukuran kristal periklas rata-rata adalah 98-119nm dan biskosfit 90nm untuk berbagai temperatur kalsinasi. Sementara itu distribusi ukuran kristal pada sampel dengan penambahan PEG lebih homogen daripada sampel tanpa penambahan PEG.

Kata kunci: MgO, periklas, biskosfit, metode logam-terlarut asam, PEG

SYNTHESIS OF MAGNESIUM OXIDE USING THE DISSOLVED-METAL MIXING METHOD

Name : Dien Rosma Diana
NRP : 1110100001
Major : Fisika, FMIPA – ITS
Advisor : Prof. Suminar Pratapa, M.Sc., Ph.D.

Abstrack

The synthesize of MgO has been carried out by using the dissolved-metal mixing method and with the addition of two types of polyethylene glycol (PEG), i.e. PEG400 and PEG1000. Pure Mg metal powder was prepared as the raw material which was dissolved in 37% HCl (namely MgONP) and two other samples were prepared by adding PEG400 (namely MgOP4) and PEG1000 (namely MgOP10). The raw materials were mixed by stirring for 1 hour at room temperature, then dried at a temperature of 80°C. The dried powder was tested by DTA-TGA to determine the thermal phenomena of the sample used as the basic of selecting the calcination temperature, which were 400, 500, 600, 700, and 800°C. The calcined powders were characterized using XRD and, in general, it is known that the phases formed are periclase (MgO) and bischosfite. The analysis of phase composition indicated that the addition of PEG influenced the formation of periclase. In general, periclase was formed at a temperature of 600°C, but in MgOP4 and MgOP10 samples sintered at 600°C, bischosfite was found. Further analysis of diffraction data to estimate the size of the crystals showed that the periclase crystal size was in the range of 98-114 nm and bischosfite was constant at around 90 nm for various calcination temperatures. Meanwhile, the periclase crystal size distribution in the samples with the addition of PEG is more homogeneous than those without the addition of PEG.

Keywords: MgO, periclase, bischosfite, dissolved-metal mixing method, PEG.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehinggah dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir sebagai syarat wajib untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada Jurusan Fisika FMIPA ITS dengan judul :

“Sintesis Magnesium Oksida Menggunakan Metode Logam Terlarut-Asam”

Penulis menyadari bahwa terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimah kasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta Ibu Maslakhah dan Ayah M.nasich, serta ke dua saudaraku farli Rafsanjani dan intan fahdiana yang senang tiasa memberikan dukungan, moral dan spiritual terhadap keberhasilan penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Suminar Pratapa, M.SC.,Ph.D. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir sekaligus sebagai dosen wali yang senantiasa memberikan bimbingan, wawasan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
3. Dr. Yono Hadi Pramono dan Dr. Melania Suweni Muntini selaku ketua jurusan dan sekertaris jurusan Fisika ITS.

4. Bapak dan Ibu Dosen Fisika FMIPA ITS yang selama ini telah memberikan ilmu dan pengetahuan.
5. Teman seperjuangan, Cosmic Fisika ITS Angkatan 2010 terima kasih atas kebersamaan,dukungan dan bantuan selama ini.
6. Teman, sahabat, keluarga Dhita Azzahra Pancorowati, Ella Agustin Dwi Kiswanti, Ella Nurkumala dan Meladia Elok Purbarani. Terima kasih selalu ada dalam suka duka canda dan tawa.
7. Teman-teman 1 tim Tugas akhir Mbak Aini, Mbak Ofa, Bu Upik. Terima kasih untuk semangat dan bantuannya.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya atas keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki, oleh karena itu penulis berharap akan menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulis Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan serta memberikan inspirasi bagi pembaca untuk perkembangan lebih lanjut.

Surabaya,30 Desember 2014

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
COVER PAGE	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Msalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Magnesium Oksida.....	5
2.2 Polietilen Glikol (PEG).....	6
2.3 Analisis Komposisi Fasa	8

2.4 Analisis Menggunakan Metode Rietveld	8
BAB III METODOLOGI.....	11
3.1 Alat dan Bahan	11
3.2 Metode Sintesis MgO	11
3.3 Karakterisasi Sampel.....	12
3.3.1 Differential Scanning Calorimetry Thermogravimetric Analysis (DSC/TGA).....	12
3.3.2 Difraksi Sinar X (XRD)	12
3.4 Diagram Alur Penelitian.....	14
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil Sintesis Serbuk Magnesium Oksida.....	17
4.2 Analisis DSC/TGA.....	19
4.3 Analisis Difraksi Sinar X	20
4.4 Analisis Kuantitatif Fasa Menggunakan Metode Rietveld.....	25
4.4.1 Analisis Pola Difraksi Sinar X Menggunakan Rietica	26
4.4.2 Analisis Pola Difraksi Sinar X Menggunakan MAUD	30
BAB V KESIMPULAN.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	42
BIOGRAFI PENULIS.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik fisis periklas.....	6
Tabel 4.1 Hasil luaran <i>Figures-of-Merits</i> (FoM) sampel-sampel serbuk magnesium oksida	27
Tabel 4.2 Data hasil perhitungan komposisi fasa periklas dan biskosfit dengan <i>Rietica</i>	30
Tabel 4.3 Nilai <i>Figure of Merits</i> (FoM) hasil penghalusan menggunakan perangkat lunak MAUD	32
Tabel 4.4 Estimasi ukuran kristal sampel-sampel serbuk MgO hasil penghalusan menggunakan perangkat lunak MAUD	33

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur kristal Magnesium Oksida periklas.....	6
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 4.1 Hasil pencampuran serbuk magnesium tanpa PEG dan HCl setelah diaduk selama 1 jam	17
Gambar 4.2 Contoh campuran serbuk magnesium tanpa penambahan PEG dengan HCl setelah dikeringkan pada temperature 80 ⁰ C	17
Gambar 4.3 Serbuk-serbuk hasil pengeringan setelah dimortar (a) serbuk MgONP (b) MgOP4 (c) MgOP10.Sesuai dengan numenklatur yang ditunjukkan pada Bab III	18
Gambar 4.4 Hasil DSC/TGA serbuk prekursor magnesium pada rentang temperature 100 ⁰ C-1000 ⁰ C	19
Gambar 4.5 Pola difraksi sinar-X (radiasi CuK $\alpha_{1,2}$)sampel-sampel serbuk hasil sintesis (a) MgONP (b) MgOP10 dan (c) MgOP4 pada variasi temperature kalsinasi	21
Gambar 4.6 Hubungan temperatur terhadap kristanilitas (a) MgONP (b) MgOP4 (c) MgOP10.....	24
Gambar 4.7 Contoh pola difraksi terhitung fasa periklas (ICSD <i>periklas</i> 9863) untuk sampel MgONP.....	26

- Gambar 4.8 Hasil penghalusan menggunakan perangkat lunak *Rietica* serbuk MgONP pada kalsinasi 700°C, nilai GoF 2.38, R_p 16.45%, dan $R_{wp} = 23.84$28
- Gambar 4.9 Grafik hubungan scale factor fungsi temperatur kalsinasi.....29
- Gambar 4.10 Plot hasil penghalusan MAUD sampel MgOP10 setelah kalsinasi pada temperatur 600°C. Nilai FoM sampel MgOP10 600°C adalah sig = 1.6, $R_w = 23\%$, $R_{wnb} = 22.6\%$, $R_B = 17.6\%$, $R_{exp} = 14.3\%$. Pola difraksi terukur digambarkan dengan warna biru dan pola difraksi terhitung dengan garis hitam. Kurva paling bawah adalah plot selisih antara pola difraksi terhitung dan pola difraksi terukur. 31
- Gambar 4.11 Distribusi ukuran Kristal pada sampel MgONP....34
- Gambar 4.12 Distribusi ukuran pada sampel MgOP435
- Gambar 4.13 Distribusi ukuran pada sampel MgOP10.....35

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembuatan bahan keramik tidak pernah berhenti, baik untuk pemanfaatan rekayasa material maupun penerapan dalam bidang medis, karena bahan keramik mempunyai ketahanan terhadap panas, tahan korosi, dan sifat listrik yang spesifik. Para peneliti telah berusaha mengembangkan bahan komposit untuk meningkatkan sifat bahan yang lebih unggul dan lebih aplikatif. Salah satunya adalah magnesium oksida (MgO). Magnesium oksida, atau magnesia, adalah mineral padat higroskopis putih yang terjadi secara alami sebagai periklas (*periclase*). Material ini memiliki konduktivitas stabil pada suhu tinggi, tahan korosi pada suhu tinggi serta tersedia secara melimpah di alam. Sifat-sifat ini membuatnya banyak dikembangkan untuk industri dan teknologi.. Terkait dengan hal ini para peneliti terus mengembangkan metode fabrikasi periklas, agar periklas yang dibuat memiliki ukuran nanometrik (10^{-9} m).

Nanomaterial merupakan material yang setidaknya salah satu komponen dimensinya berukuran nanometer. Secara umum material berukuran nanometrik diharapkan dapat memperbaiki sifat dari material baik listrik maupun mekanik (Smallman dan Bishop, 2000). Karena sifat nanomaterial yang khas campuran nanomaterial juga berakibat pada perbedaan sifat fisik dan kimia. Campuran yang mengandung nanomaterial diperoleh dengan berbagai metode yang sudah dikembangkan seperti *solid-state*, *optimizing*, *mixing* dan kopresipitasi. Namun beberapa metode tersebut memiliki beberapa kelemahan, seperti: suhu sinter tinggi, waktu proses yang panjang adanya pengotor mengakibatkan ketakmurnian, ketidakseragaman distribusi ukuran partikel dan ketidakteraturan morfologi.

Dalam penelitian ini dilakukan sintesis menggunakan metode pencampuran logam-terlarut asam (*metal-dissolved method*). Keunggulan menggunakan metode ini, yaitu metodenya

sederhana dan telah berhasil membuat material berukuran nanometer misalnya MgTiO_3 (Haryani, 2014) dan TiO_2 (Kiswanti, 2014). Hasil eksperimen yang telah dilakukan didapatkan ukuran partikel material MgTiO_3 yang terkecil adalah 19 nm dan TiO_2 yang terkecil adalah 6 nm. Mempertimbangkan keberhasilan kedua sintesis ini, penelitian mengenai sintesis periklas menggunakan metode logam-terlarut asam dipandang perlu dilakukan.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan latar belakang di atas permasalahan yang dipecahkan dalam penelitian ini adalah:

1. Seberapa efektif metode pencampuran logam-terlarut dalam menghasilkan serbuk magnesium oksida dengan kemurnian tinggi?
2. Bagaimana karakterisasi pengaruh penambahan PEG terhadap pembentukan magnesium oksida dan ukuran kristalinya?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membuat magnesium oksida dari hasil pencampuran logam-terlarut asam dengan kemurnian tinggi, serta mengetahui pengaruh penambahan PEG terhadap pembentukan magnesium oksida.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu serbuk yang didapat dari metode logam-terlarut asam merupakan serbuk magnesium oksida dan dengan penambahan PEG400 dan PEG1000 yang diberi perlakuan pemanasan dengan variasi temperatur serta karakterisasi dari MgO berupa ukuran kristalnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat memperdalam dan menguasai pengetahuan tentang teknologi sintesis dan aplikasi material magnesium oksida yang sekarang ini banyak dikembangkan oleh para peneliti.

1.6 Sistematika Laporan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini secara garis besar adalah sebagai berikut:

- Bab I Pendahuluan, berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan Tugas Akhir, manfaat Tugas Akhir dan sistematika penulisan laporan.
- Bab II Dasar Teori, meliputi teori yang digunakan sebagai landasan penyusunan Tugas Akhir.
- Bab III Metodologi, merupakan prosedur kerja yang ditempuh untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
- Bab IV Analisa Data dan Pembahasan, berisi analisa data dan pembahasan hasil pengukuran berdasarkan teori-teori yang ada.
- Bab V Penutup, merupakan bagian penutup Tugas Akhir yang meliputi kesimpulan dan saran

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

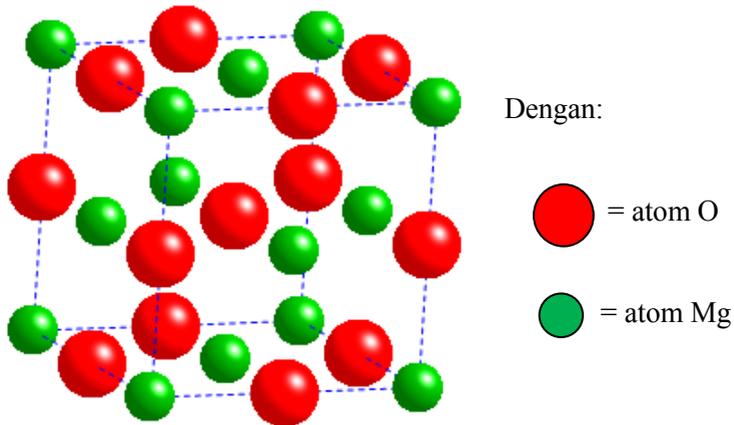
2.1 Magnesium Oksida (periklas)

Periklas merupakan salah satu senyawa keramik yang paling sederhana ditinjau dari atom-atom penyusunnya, karena hanya terdiri dari satu atom logam dan satu atom non logam dalam jumlah yang sama. Sifatnya memiliki konduktivitas stabil pada suhu tinggi, tahan korosi pada suhu tinggi serta tersedia secara melimpah di alam. Sehingga membuat material ini banyak dikembangkan untuk industri dan teknologi. Periklas banyak digunakan sebagai material konstruksi yang tahan panas dan sebagai wadah atau tempat untuk melebur lapisan logam (Sutrisno, 2006).

Karakteristik periklas yaitu berbentuk serbuk campuran berwarna putih, tidak berbau dan sangat halus dan struktur kristalnya pada Gambar 2.2 Periklas mempunyai titik lebur yang tinggi yaitu sekitar 3073 K, dan densitas 3.58 gcm^{-3} , dari tingginya temperature leleh ini mengakibatkan periklas menjadi salah satu material tahan panas. Digunakan pada temperature refractory yang tinggi, electrical insulation, pembungkus makanan, kosmetik, dan hal-hal yang berkenaan dengan bidang farmasi. Periklas merupakan salah satu bahan keramik yang banyak digunakan dalam bahan komposit yaitu sebagai penguat yang dapat memperbaiki sifat mekanik dan fisis dari suatu material (Fajarin, 2008; Kumar, 2008).

Secara alami periklas bersifat higroskopis. Oleh sebab itu periklas harus diletakkan dalam sebuah wadah yang dapat melindunginya dari embun. Jika tidak maka terbentuk magnesium hidroksida ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) atau dikenal sebagai brusit yang mengandung air. Untuk mengembalikan brusit menjadi periklas, maka harus dilakukan pemanasan untuk menghilangkan kandungan air didalamnya. Periklas adalah suatu mineral padat putih yang dapat terbentuk secara alami dari magnesium dan oksida, dibentuk oleh suatu ikatan ionic antara satu atom

magnesium dan satu atom oksida yang membentuk struktur Kristal FCC (Carp, 2004).



Gambar 2.1 struktur Kristal periklas

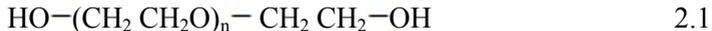
Tabel 2.1 Karakteristik fisis periclase (Web element 2008)

No	Sifat-sifat	Nilai
1	Struktur Kristal	FCC
2	Warna	Putih
3	Bentuk	Kristal Padat
4	Densitas	3600 Kg.m-3
5	Titik didih	3600 ⁰ C
6	Titik leleh	2830 ⁰ C

2.2 Polietilen Glikol (PEG)

Polyethylene Glycol atau Polietilen Glikol (PEG) adalah salah satu jenis polimer yang memiliki bentuk polyester garis

lurus atau bercabang dan memiliki struktur kimia yang diakhiri dengan gugus hidroksil primer pada ujung rantai polyester. Struktur umum polietilen glikol adalah sebagai berikut:



PEG yang mempunyai berat molekul 1000 atau lebih larut dalam air atau pelarut organik seperti alkohol, klorofom, dan hidrokarbon aromatik. PEG tidak larut dalam eter dan kebanyakan alifatik hidrokarbon. Semakin besar berat molekul maka kelarutan dalam air dan pelarut organik akan menurun. PEG melapisi permukaan partikel-partikel dan mencegah partikel-partikel membentuk gumpalan (*agglomerate*) sehingga tersebar merata dalam suspensi. Beberapa sifat utama dari PEG adalah stabil, tersebar merata, higroskopik (mudah menguap), dan dapat mengikat pigment, dll (Kuixiong, 1993).

PEG pada sintesis material memiliki beberapa fungsi, yaitu PEG sebagai *template* dapat diartikan sebagai *dies* atau cetakan untuk membentuk partikel nano dengan bentuk *rod* (memanjang seperti jarum). Sebagai surfaktan yang mengandung sebuah hidrofilik atau kelompok pencari air (kepala) pada salah satu ujungnya dan sebuah hidrofobik atau kelompok penolak air (ekor) pada ujung yang lain. Ketika PEG sebagai surfaktan dicampurkan dengan sistem MgO nantinya dapat memodifikasi struktur mikro dari partikel nano MgO yang dapat meningkatkan luas permukaan partikel nano MgO dan meningkatkan aktifitas potokatalitik di bawah penyinaran radiasi sinar UV (Chen, 2011). PEG sebagai *dispersant* atau zat pendispersi adalah bahan yang berfungsi untuk mendispersi kan partikel-partikel dalam suspensi (Kusmahetinisih, 2012).

Angka-angka yang sering termasuk dalam nama PEG menunjukkan berat molekul rata-rata, PEG dengan $n = 9$ akan memiliki berat molekul rata-rata sekitar 400 *daltons* dan akan diberi label dengan PEG400.

Peranan penambahan Polietilen Glikol dipercaya berperan dalam dua hal, yaitu mencegah penggumpalan dari partikel berukuran nanometer pada fasa-fasa awal dan secara kinetik

mengontrol laju pertumbuhan dan bidang-bidang kristalografi sepanjang bidang tertentu. (Jin Du, 2006)

2.3 Analisis Komposisi Fasa

Analisis komposisi fasa dibagi menjadi dua yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Analisis kualitatif digunakan untuk menentukan fasa apa saja yang terdapat dalam suatu material atau biasa disebut dengan Identifikasi Fasa. Identifikasi fasa didapatkan dari pola hasil difraksi sinar-x atau XRD, dari pola-pola hasil difraksi sinar-X suatu material didapatkan puncak-puncak dari fasa yang terbentuk sehingga dapat diketahui ada atau tidaknya fasa kristal ataupun fasa amorf yang terbentuk. Proses identifikasi fasa selanjutnya dilakukan dengan pencocokan pola difraksi terhitung atau puncak hasil difraksi material yang diuji dengan data terukur yang didapat dari *database* menggunakan *Powder Diffraction File* (PDF) untuk mengetahui fasa apa yang terbentuk dari material yang kita uji. Identifikasi fasa dapat dilakukan dengan menggunakan *software* yaitu dengan *peak search* (menentukan posisi puncak) dan *search match!* (pencarian posisi puncak dan pencocokan terhadap basis data (Pratapa, 2004).

Analisis kuantitatif digunakan untuk mengetahui informasi lebih lanjut mengenai material yang kita uji dengan data difraksi sinar-x, misalnya intensitas pola difraksi suatu fasa dalam suatu campuran bergantung pada konsentrasi fasa dalam suatu campuran. Analisa kuantitatif dapat dilakukan secara fisika dan kimia. Analisis secara fisika misalnya dengan difraksi sinar-x, sedangkan analisis kimia dapat memberikan informasi tentang komposisi material tersebut namun memiliki kesulitan dalam membedakan identitas kimiawi dari berbagai fasa dalam material campuran. (Sutrisno, 2006)

2.4 Analisis Menggunakan Metode *Rietveld*

Metode *Rietveld* pertama kali disusun oleh H.M. *Rietveld* dan digunakan untuk mempelajari struktur kristal dari campuran

uranium oksida (*Rietveld*, 1969) dan selanjutnya metode ini digunakan sebagai alat bantu karakterisasi material kristalin yang berfungsi untuk mengekstraksi berbagai informasi kimiawi maupun struktur mikro (Pratapa, 2004). Metode ini adalah metode pencocokkan tak-linier kurva pola difraksi terhitung (model) dengan pola difraksi terukur yang didasarkan pada data struktur kristal dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*least squares*). Apabila telah dicapai keadaan dengan harga simpangan terkecil, berarti telah dicapai kesesuaian antara data difraksi pengamatan dan perhitungan. Pendekatan (penghalusan) antara kurva teoritis dan kurva eksperimen dapat diamati dengan:

$$S = \sum_i w_i (Y_{io} - Y_{ic})^2 \quad 2.3$$

Dengan I menyatakan indeks sebuah titik yang sedang dihitung, intensitas yang diamati W_i adalah faktor pembobot pada setiap pengamatan, Y_{io} adalah pada langkah ke- I , dan Y_{ic} adalah intensitas yang dihitung pada langkah ke- i .

Tahapan analisis *Rietveld* dilakukan melalui beberapa langkah yang saling berkesinambungan. Pertama, pengumpulan data difraksi sampel. Kedua, pengidentifikasian fas dalam sampel dari data difraksi eksperimen berdasarkan referensi (data ICSD/PDF) yang sesuai dengan data kimia sampel. Ketiga, penyusunan model (pola terhitung). Keempat, penghalusan parameter-parameter hingga diperoleh selisih kuadrat terkecil antara pola difraksi eksperimen dengan pola terhitung.

Indeks keberhasilan atau nilai R banyak digunakan dalam kristalografi untuk menilai keberhasilan penghalusan dengan metode *Rietveld*. Hasil *refinement* dapat diterima bila telah memenuhi nilai-nilai dari indeks reabilitas (R) yang terdiri dari *Figures of Merits* (FoM) yaitu *R-profile* (R_p), *R-weighted profile* (R_{wp}), *R-expected* (R_{exp}), *Goodness of Fit* (GoF). Parameter-parameter tersebut adalah tolak ukur kesesuaian antara pola difraksi yang dibuat dengan hasil eksperimen. Nilai FoM akan

berubah selama penghalusan, semakin kecil harga indeks yang diperoleh maka semakin tinggi tingkat kesesuaian antara model penghitungan dan pengamatan.

Untuk menghitung komposisi masing-masing fasa dari material maka parameter-parameter keluaran hasil penghalusan dengan metode *Rietveld* dimanfaatkan. Metode 'ZMV' relative (Hill dan Howard, 1987) merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk analisis komposisi fasa, dengan persamaan:

$$W_i = \frac{S_i(ZMV)_i}{\sum_{k=1}^n S_k(ZMV)_k} \quad 2.4$$

dengan W_i fraksi berat relatif fasa I (%), s faktor skala *Rietveld*, Z adalah rumus kimia dalam sel satuan, M adalah berat fasa dan V adalah volum sel satuan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah HCl 37%, serbuk Magnesium (MgO) *Merck*, polietilen glikol (PEG) 400 dan 1000.

3.2 Metode sintesis MgO

Sintesis pertama dilakukan tanpa menggunakan PEG, pertama dilakukan dengan melarutkan serbuk Mg 1gr tanpa dengan pemanasan dalam larutan asam HCL 37% 17 ml diaduk dengan magnetic stirrer selama 1 jam hingga serbuk benar-benar larut berwarna jernih kekuningan, lalu setelah terbentuk larutan, dimana warna larutan yang dibentuk adalah bening, diperkirakan terbentuk larutan $MgCl_2$. Kemudian larutan itu di keringkan sampai mengering dengan suhu konstan dan kecepatan stirrer yang juga konstan. Setelah itu larutan yang mengering dihaluskan menggunakan mortar dan diayak untuk mendapatkan precursor yang lembut berbentuk serbuk kemudian dikalsinasi dengan variasi suhu antara 200-800⁰C dengan waktu tahan masing-masing 1jam.

Dengan menggunakan PEG, pertama Mg dilarutkan dalam HCl sebanyak 17mL tanpa dengan pemanasan dan diaduk dengan magnetic stirrer selama 1 jam. Setelah larutan terbentuk kemudian ditambahkan PEG400 Dan PEG1000 Kemudian diaduk menggunakan magnetic stirrer kemudian larutan itu di keringkan sampai mengering dengan suhu konstan, setelah itu larutan yang mengering dihaluskan menggunakan mortar kemudian dikalsinasi dengan variasi suhu antara 400-800⁰C dengan waktu tahan masing-masing 1 jam. Sampel yang telah dikalsinasi dianalisis lebih lanjut secara kuantitatif dan kualitatif.

3.3 Karakterisasi Sampel

3.3.1 *Differential Scanning Calorimetry-Thermogravimetric Analysis (DSC/TGA)*

Differential Scanning Calorimetry-Thermogravimetric Analysis (DSC/TGA) adalah perangkat untuk mengukur perubahan temperatur antara sampel dan referensi yang terkena pemanasan yang sama melalui penempatan simetri terhadap furnish. Material referensi adalah substansi dengan massa thermal yang sama dengan sampel, yang tidak mengalami transformasi dalam rentang temperatur tertentu. Perbedaan temperatur antara sampel dan referensi diukur dengan diferensial termokopel dimana salah satu persimpangannya terhubung dengan bagian bawah krusibel sampel dan sisi lainnya terhubung dengan bagian bawah krusibel referensi. Ketika sampel mengalami transformasi, salah satunya akan menyerap (endotermik) atau melepas (eksotermik) panas. *Thermogravimetric Analysis (TGA)* adalah analisis untuk mengetahui perubahan berat dari specimen terhadap perubahan temperatur (Speyer, 1994).

Hasil pengamatan terhadap temperatur pada dekomposisi berat suatu keluaran akan memberikan informasi mengenai sifat cuplikan tersebut. Hasil pengamatan dapat digunakan untuk memilih temperatur kalsinasi. Dengan uji DSC/TGA dapat diketahui temperatur transformasi fasa dari sampel serbuk yang keluarannya berupa data dan grafik. Pengujian DSC/TGA dilakukan di Laboratorium Jurusan Material dan Metalurgi ITS. Uji DSC/TGA dilakukan pada rentang suhu 100-1000°C.

3.3.2 Difraksi Sinar-X (XRD)

Metode karakterisasi selanjutnya adalah menggunakan difraksi sinar-x yang bertujuan untuk menganalisis secara kualitatif suatu sampel. Pengujian difraksi sinar-x dilakukan di Laboratorium Difraksi Sinar-X LPPM ITS Surabaya tipe *Philips X'Pert MPD (Multi Purpose Diffraction) system*. Hasil uji difraksi sinar-x adalah berupa pola difraksi yang selanjutnya dilakukan pencocokkan menggunakan data referensi untuk

mengetahui fasa apa yang terbentuk menggunakan software *X'Pert HighScore Plus* (HSP). Analisis selanjutnya yaitu secara kuantitatif menggunakan perangkat lunak *Rietica* dan MAUD yang menggunakan prinsip metode *Rietveld*. Metode *Rietveld* adalah metode penghalusan (*refinement*) yang menggunakan pencocokan pola difraksi terhitung (model) dan pola difraksi terukur (eksperimen) pada data struktur kristal dengan menggunakan metode kuadrat terkecil. Pada penelitian ini dibuat model fasa periklas dari ICSD nomor 9863 yang selanjutnya dilakukan pencocokan pola difraksi terhitung dan terhitung atau biasa disebut dengan proses *refinement* dengan mengubah parameter-parameter dalam model terhitung diantaranya parameter tersebut adalah pergeseran sampel (*sample displacement*), fungsi latar (*background* parameter B_0, B_1, B_2, B_3), parameter kisi pada masing-masing sampel (a, b , dan c), faktor skala dan parameter termal isotropis, parameter bentuk kurva U untuk Gaussian, parameter Lorentzian terkait ukuran kristal, serta faktor asimetri. Hasil *refinement* yang dilakukan dapat dinyatakan *acceptable* atau diterima apabila nilai-nilai kesesuaian parameter (*Figure of Merits, FoM*) yaitu nilai $R_{wp} < 20\%$ dan nilai kesesuaian antara pola difraksi terhitung dan pola difraksi terukur (*Goodness of Fit, GoF*) $< 4\%$ sesuai dengan pernyataan Kisi (1994).

Ukuran kristal suatu dapat diperkirakan menggunakan perangkat lunak MAUD yang juga menggunakan prinsip metode *Rietveld* seperti halnya *Rietica*. Pada proses *refinement* parameter-parameter yang diubah meliputi posisi puncak, parameter termal, *microstrain*, parameter kisi fraksi volum dan *cryst size*. Tinggi puncak meliputi *background, cryst size, distribution size variance*, dan *distribution strain decay*. Lebar dan bentuk puncak meliputi *intensity incident*, dan parameter termal. Dalam menggunakan perangkat lunak MAUD, untuk menunjukkan bahwa penghalusan *Rietveld* dapat diterima apabila nilai sig (*sigma values*) $< 2\%$.

Tabel 3.1 Nomenklatur pengujian XRD sampel Mgo tanpa penambahan PEG dan dengan penambahan PEG400 dan PEG1000.

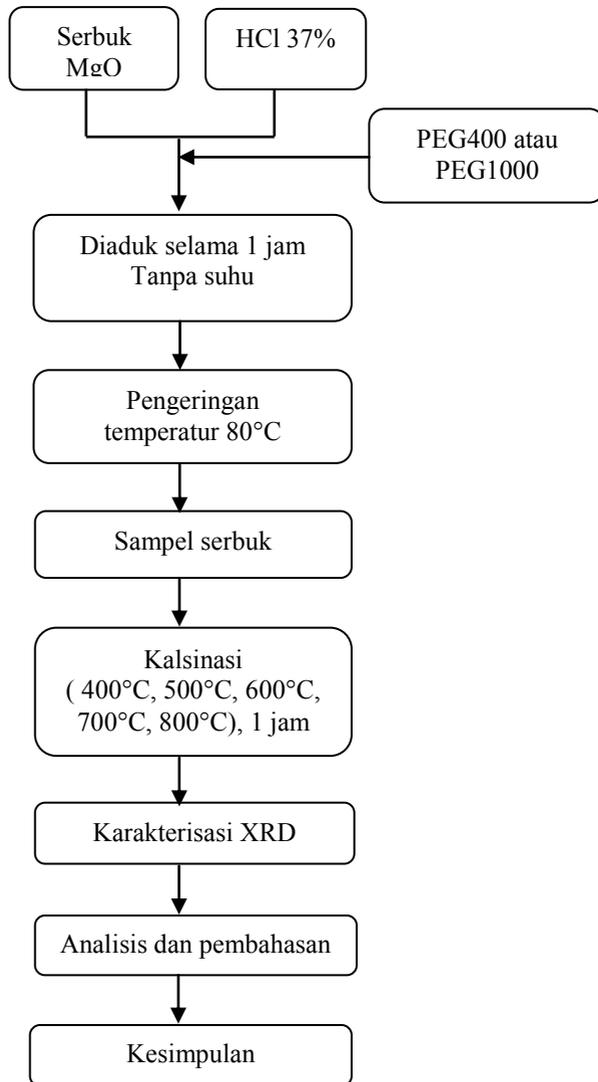
Nama	Keterangan	Penjelasan
MgONP	MgO Non PEG	Serbuk magnesium oksida tanpa penambahan PEG400 atau PEG 1000
MgOP4	MgO+PEG400	Serbuk magnesium oksida dengan penambahan PEG400
MgOP10	MgO+PEG1000	Serbuk mahnesium oksida dengan penambahan peg1000

Misal :

- MgONP 400°C = Serbuk magnesium oksida tanpa Penambahan PEG400 atau PEG1000 setelah dikalsinasi Pada temperatur 400°C.
- MgOP4 400°C = Serbuk magnesium oksida dengan penambahan PEG400 setelah dikalsinasi pada temperatur 400°C.
- MgOP10 400°C = Serbuk magnesium oksida dengan penambahan PEG100 setelah diklasinasi pada temperatur 400°C.

3.4 Diagram Alur Penelitian

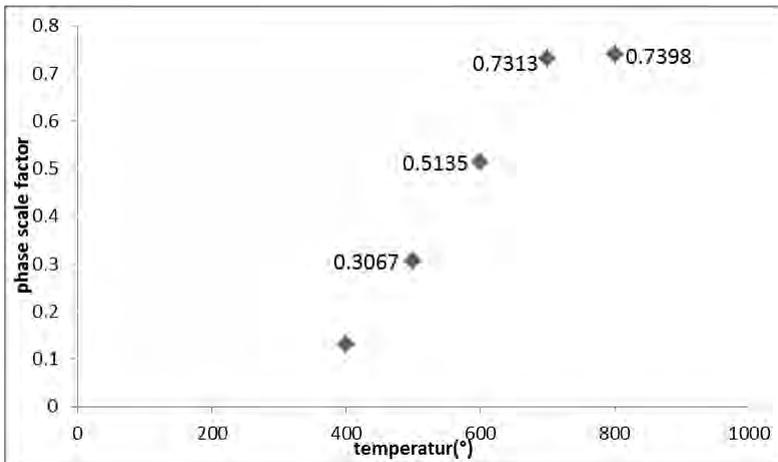
Secara singkat alur penelitian ini dapat dilihat melalui gambar diagram alur yang disajikan pada Gambar 3.1 di bawah in



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

meningkatnya faktor skala pada temperatur tersebut berkaitan dengan puncak-puncak difraksi yang semakin tinggi, sedangkan pada serbuk MgOP4 dan MgOP10 pada suhu 600°C ke 700°C mengalami kenaikan tapi pada akhirnya pada suhu 700°C ke 800°C mengalami sedikit penurunan. Puncak-puncak difraksi yang semakin tinggi tersebut menandakan kemungkinan kristalinitas yang meningkat. Hasil luaran parameter kisi dan faktor skala secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran E.



Gambar 4.9 Grafik hubungan faktor skala fasa fungsi temperatur kalsinasi.

Tabel 4.2 Data hasil perhitungan komposisi fasa periklas dan biskosfit dengan *Rietica*.

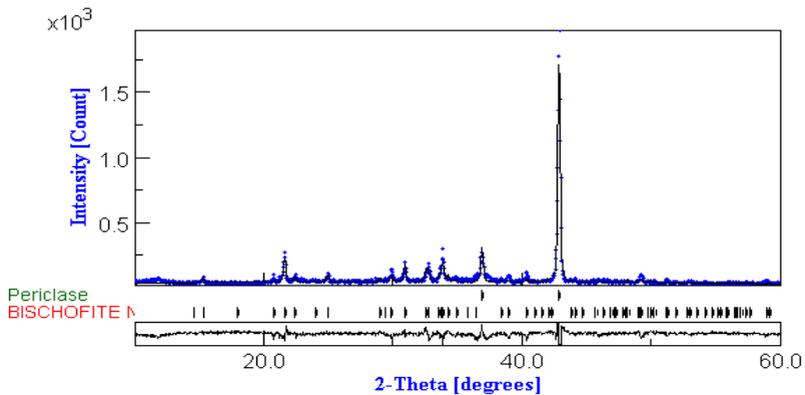
Serbuk	Temperatur	Komposisi fasa %	
		Periklas	Biskosfit
MgONP	400°C	-	100
	500°C	18.5	81.5
	600°C	100	-
	700°C	100	-
	800°C	100	-
MgOP4	400°C	-	100
	500°C	-	100
	600°C	80.4	19.6
	700°C	100	-
	800°C	100	-
MgOP10	400°C	-	100
	500°C	-	100
	600°C	87.5	12.5
	700°C	100	-
	800°C	100	-

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa PEG berpengaruh dalam mempercepat pembentukan periklas.

4.4.2 Analisis Data Difraksi Sinar-X Menggunakan MAUD

Perangkat lunak MAUD dapat digunakan untuk menentukan estimasi ukuran kristal dari suatu sampel menggunakan hasil pola difraksi sinar-x Lutteroti (2006). Sama halnya dengan perangkat lunak *Rietica*, pada perangkat lunak MAUD juga dilakukan perubahan parameter-parameter untuk pencocokan pola difraksi terhitung terhadap pola difraksi terukur. Parameter-parameter yang diubah meliputi parameter kisi, *cryst size*, *microstrain*, fraksi volum, *background*, *distribution size variance*, dan *distribution strain decay* serta *intensity accident*. Penghalusan parameter terhadap hasil pola difraksi sinar-x dapat

diterima apabila memenuhi nilai kesesuaian yaitu apabila nilai $\sigma < 2\%$ menurut Lutteroti (2006) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3. Selain nilai $\sigma < 2\%$ hasil penghalusan juga ditandai dengan tidak adanya nilai fluktuatif pada plot selisih yang signifikan antara pola difraksi terhitung dengan pola difraksi terukur yang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Plot hasil penghalusan MAUD sampel MgOP10 setelah kalsinasi pada temperatur 600°C. Nilai FoM sampel MgOP10 600°C adalah $\sigma = 1.6$, $R_w = 23\%$, $R_{wnb} = 22.6\%$, $R_B = 17.6\%$, $R_{exp} = 14.3\%$. Pola difraksi terukur digambarkan dengan warna biru dan pola difraksi terhitung dengan garis hitam. Kurva paling bawah adalah plot selisih antara pola difraksi terhitung dan pola difraksi terukur.

Hasil luaran penghalusan oleh perangkat lunak MAUD dapat digunakan untuk mengestimasi ukuran kristal dari sampel periklas seperti yang disajikan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Nilai *Figure of Merits* (FoM) hasil penghalusan menggunakan perangkat lunak MAUD

Serbuk	Temperatur	FoM				
		Sig	R _w (%)	R _{wnb} (%)	R _b (%)	R _{exp} (%)
MgONP	400°C	2.5	26.1	25.3	19	15.1
	500°C	2.5	38.1	25.12	28.1	14.8
	600°C	1.5	22.8	21.5	17.2	14.4
	700°C	1.6	26	29	19	15.4
	800°C	1.5	23.3	23.3	19	15.4
MgOP4	400°C	2.5	27.4	25.7	29.7	14.8
	500°C	2.8	29.7	25.4	28.7	19.9
	600°C	1.8	25.2	25	20	13.7
	700°C	1.6	24.4	25.7	19	15
	800°C	1.4	21.9	24.3	16	15.5
MgOP1	400°C	2.3	26.8	25.9	28	15.9
	500°C	2.7	24.22	24.4	24.5	14.9
	600°C	1.6	23	22.6	18	14.3
	700°C	1.5	24.3	28.5	18	15.4
	800°C	1.4	21.8	20	15	15.2

Dari hasil estimasi perhitungan ukuran kristal ditunjukkan pada Tabel 4.4. Rentang ukuran kristal serbuk periklas yang dihasilkan adalah sekitar 100 nm. Variasi ukuran terjadi akibat adanya perlakuan pemberian variasi temperatur kalsinasi yang menyebabkan ukuran kristal yang dihasilkan semakin bertambah besar seiring naiknya temperatur kalsinasi yang diberikan. Tabel 4.4 memperlihatkan pada sampel MgONP dan MgOP1 ukuran kristal periklas tidak berubah secara signifikan terhadap peningkatan temperatur kalsinasi. Pada sampel MgOP4 ukuran kristal periklas sedikit meningkat terhadap peningkatannya temperatur.

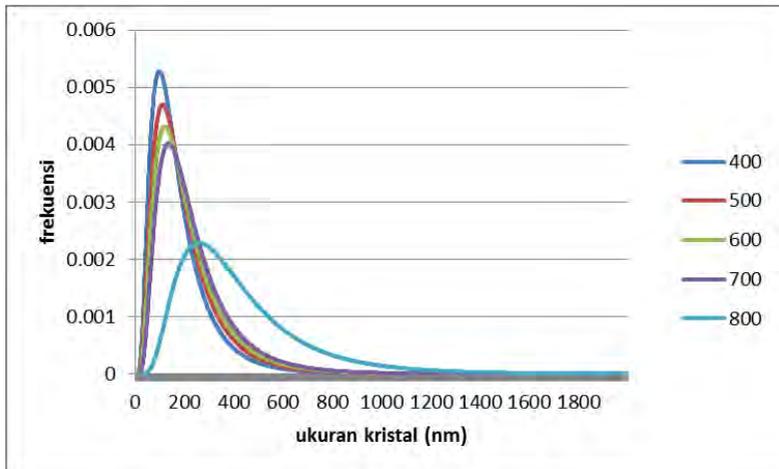
Hasil iuran dari penghalusan yang telah dilakukan menggunakan perangkat lunak MAUD dapat dilihat secara langsung melalui distribusi ukuran kristal yang dilihat pada Gambar-gambar 4.11-4.13.

Tabel 4.4 Estimasi ukuran kristal sampel-sampel serbuk MgO hasil penghalusan menggunakan perangkat lunak MAUD. Angka di dalam tanda kurung adalah kiraan standar deviasi angka di depannya.

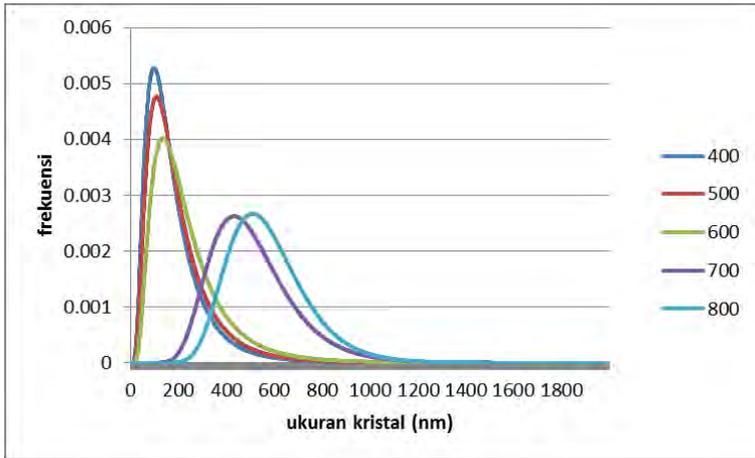
Serbuk	Temperatur	Ukuran Kristal	
		Periklas(nm)	Biskosfit (nm)
MgONP	400°C		90(12)
	500°C	99	97
	600°C	97(2)	
	700°C	98(5)	
	800°C	98(3)	
MgOP4	400°C		90(5)
	500°C		101
	600°C	98(8)	100
	700°C	106(4)	
	800°C	119(17)	
MgOP10	400°C		90
	500°C		90
	600°C	99(20)	100
	700°C	98(13)	
	800°C	99(19)	

Distribusi ukuran kristal sampel MgONP, MgOP4 dan MgOP10 terlihat pada Gambar-gambar 4.11, 4.12 dan 4.13. Distribusi ukuran kristal pada sampel MgONP terlihat kehomogenan distribusi kristal dari temperatur 400°C-700°C dan dengan meningkatnya temperatur kalsinasi menyebabkan ukuran kristal fasa periklas semakin membesar dan menyebabkan

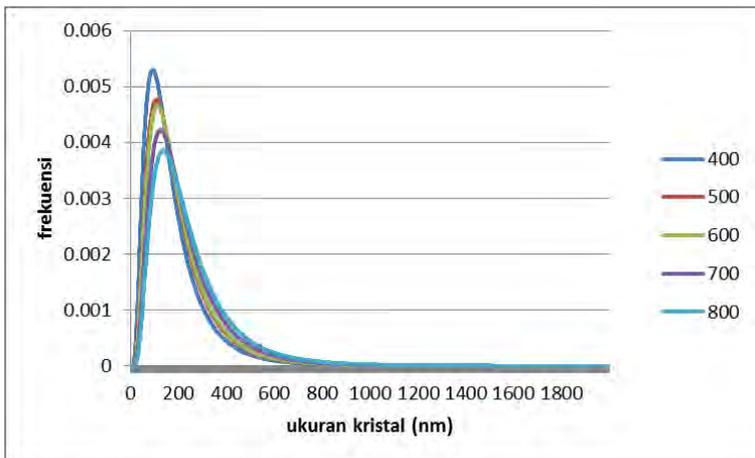
distribusi ukuran kristal semakin tidak homogen. Pada serbuk MgOP4 adalah heterogen, distribusi ukuran kristal yang paling heterogen diperoleh pada temperatur 800°C, pada temperatur 400°C-600°C terlihat lebar puncak cenderung lebih sempit, penyempitan lebar puncak menunjukkan bahwa pada temperatur tersebut memiliki kehomogenan ukuran yang tinggi. Sedangkan pada sampel MgOP10 mengindikasikan keseragaman ukuran yang semakin tinggi (monodispersif). Bila ukuran kristal pada suatu sampel beragam maka disebut polidispersif dan sebaliknya disebut monodispersif (Zhang, 2005).



Gambar 4.11 Distribusi ukuran kristal periklas pada sampel MgONP.



Gambar 4.12 Distribusi ukuran kristal periklas pada sampel MgOP4.



Gambar 4.13 Distribusi ukuran kristal periklas pada sampel MgOP10.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Sintesis Serbuk Magnesium Oksida

Sintesis serbuk magnesium menggunakan metode logam-terlarut asam dihasilkan sampel-sampel dengan wujud seperti ditunjukkan Gambar-gambar 4.1-4.3 di bawah ini.



Gambar 4.1 Hasil pencampuran serbuk magnesium tanpa PEG dan HCl setelah diaduk selama 1 jam.



Gambar 4.2 Contoh campuran serbuk magnesium tanpa penambahan PEG dengan HCl setelah dikeringkan pada temperatur 80°C.



(a)



(b)



(c)

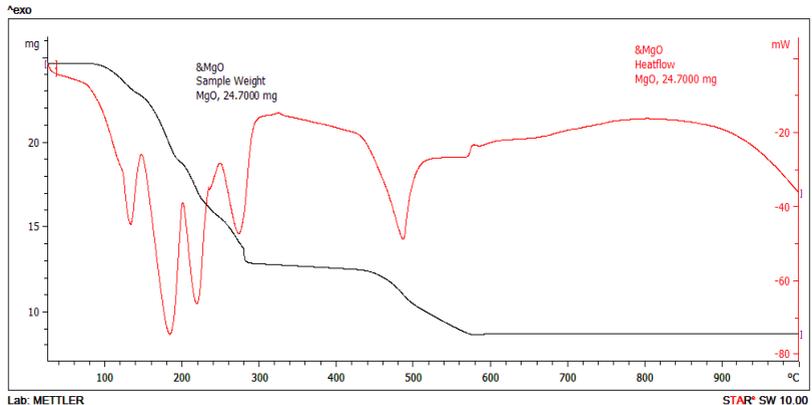
Gambar 4.3 Serbuk-serbuk hasil pengeringan setelah dimortar serbuk MgONP (b) MgOP4 (c) MgOP10 sesuai dengan numenklatur yang ditunjukkan pada Bab III.

Gambar 4.1 menunjukkan serbuk hasil pencampuran dari serbuk magnesium terlarut HCl tanpa penambahan PEG. Terlihat larutan berwarna kekuningan yang setelah dikeringkan pada temperatur 80°C menjadi berwarna putih seperti tampak pada

Gambar 4.2. Setelah dikeringkan, sampel hasil sintesis dimortar seperti ditunjukkan Gambar 4.3. Serbuk MgONP setelah dikeringkan dan dimortar terlihat berwarna putih sedangkan serbuk MgOP1 dan MgOP4 berwarna putih agak kecoklatan. Selanjutnya pada serbuk-serbuk hasil sintesis ini dilakukan analisis lebih lanjut guna mengetahui fasa-fasa yang terbentuk dengan memberikan variasi temperatur kalsinasi, karena diperlukan pemanasan untuk membentuk fasa pada serbuk periklas seperti yang dipelajari dari analisis DTA/TGA berikut ini.

4.2 Analisis DTA/TGA

Gambar 4.4 menunjukkan hasil uji DTA/TGA yang bertujuan untuk mengetahui sifat termal dari suatu material melalui massa yang hilang atau muncul ketika diberi perlakuan pemanasan. Garis merah adalah kurva DTA dan warna hitam adalah kurva TGA.



Gambar 4.4 Hasil DSC/TGA serbuk prekursor magnesium pada rentang temperatur 100°C-1000°C.

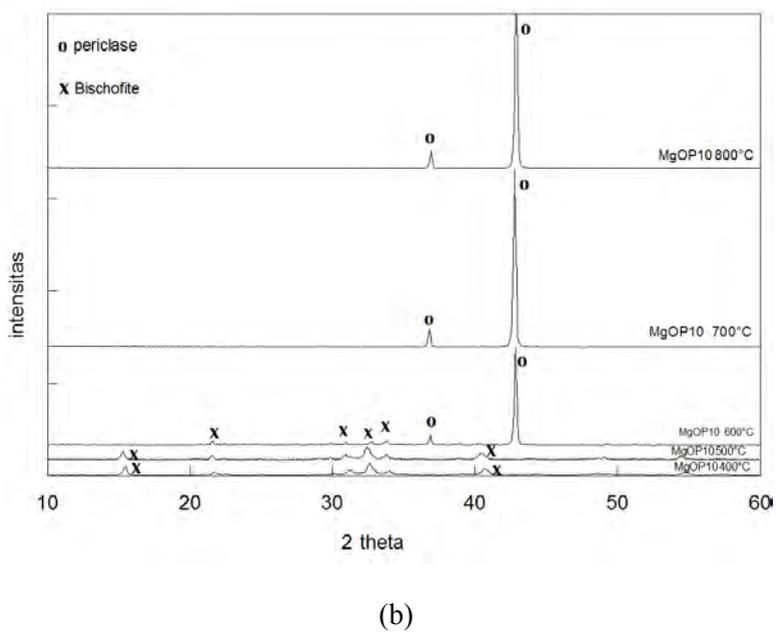
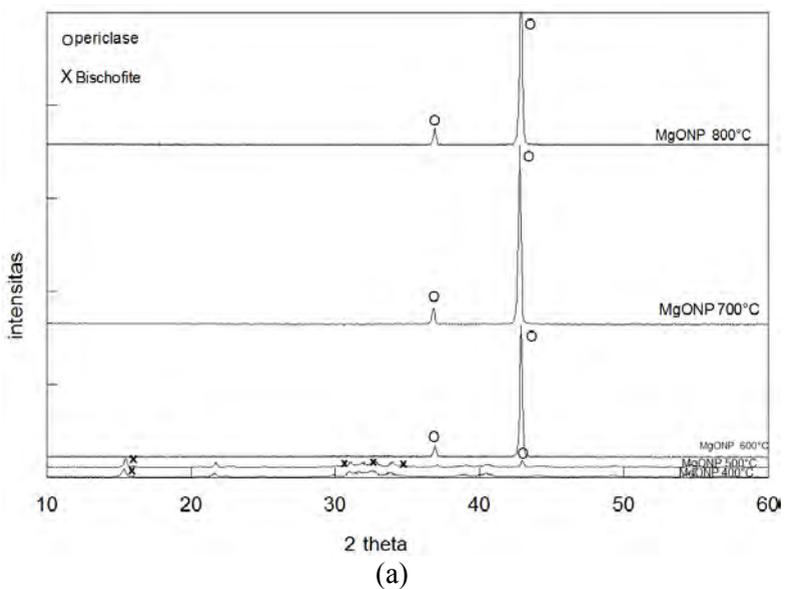
Terlihat bahwa pengurangan massa berlangsung melalui tiga tahap. Tahap pertama terjadi pengurangan massa yang sangat signifikan pada temperatur 100°C-230°C sebesar 30%. Rentang

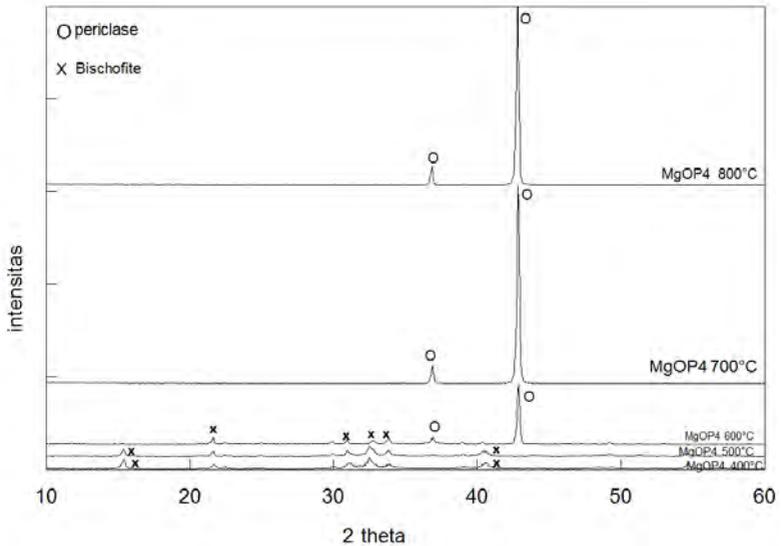
temperatur 100°C-200°C biasanya menunjukkan dekomposisi air yang hilang. Hilangnya molekul air tersebut ditandai adanya puncak eksotermis yang menunjukkan bahwa sistem melepaskan panas. Tahap kedua pada temperatur 230°C-430°C juga terjadi pengurangan massa sebesar 23%. Tahap ketiga pada 430°C-567°C juga terjadi pengurangan massa sebesar 11% yang menuju konstan. Fenomena ini diduga berkaitan dengan terjadinya transformasi fasa dari fasa biskosfit ke periklas. Pada kurva DTA tersebut terlihat bahwa pada temperatur 567°C-1000°C tidak menunjukkan fenomena perubahan massa, tetapi kurva DTA menyiratkan terjadinya reaksi eksoterm yang berkaitan dengan pembentukan MgO (periklas). Hasil ini menunjukkan bahwa fasa MgO dapat diperoleh mulai sekitar suhu 567°C. Itulah sebabnya temperatur sintesis yang dipilih dalam riset ini adalah 400, 500, 600, 700, dan 800°C untuk dapat menelusuri pembentukan MgO secara cukup komprehensif.

Hasil DTA/TGA serbuk magnesium tersebut selanjutnya dipadukan dengan hasil XRD pada sub Bab 4.3 untuk lebih meyakinkan fasa-fasa yang terbentuk pada periklas.

4.3 Analisis Data Difraksi Sinar-X (*X-Ray Diffraction*, XRD)

Setelah pengukuran dengan difraktometer sinar-X dilakukan, diperoleh hasil berupa pola-pola difraksi seperti yang ditunjukkan Gambar 4.5 Hasil XRD serbuk periklas tanpa penambahan PEG (MgONP), serbuk periklas dengan penambahan PEG400 (MgOP4), dan serbuk periklas dengan penambahan PEG1000 (MgOP10) ditunjukkan pada Gambar-gambar 4.5. Adanya fasa kristalin ditunjukkan dengan puncak-puncak difraksi. Hasil identifikasi fasa ditandai dengan simbol-simbol tertentu. Secara umum, fasa periklas terbentuk pada temperatur 600°C. Namun hasil sedikit berbeda tampak saat PEG ditambahkan, yaitu pada temperatur sintesis 600°C teridentifikasi fasa biskosfit. Jadi PEG mempengaruhi reaksi pembentukan periklas pada temperatur 600°C.





(c)

Gambar 4.5 Pola difraksi sinar-X (radiasi $\text{CuK}\alpha_{1,2}$) sampel-sampel serbuk hasil sintesis (a) MgONP (b) MgOP10 dan (c) MgOP4 pada variasi temperatur kalsinasi.

Data DTA/TGA yang ditunjukkan oleh Gambar 4.4 dapat dikonfirmasi oleh data XRD dalam hal adanya pembentukan fasa kristal periklas yang dimulai pada temperatur kalsinasi 600°C . Terlihat dari pola XRD pada serbuk MgONP pada temperatur 400°C fasa yang terbentuk adalah biskosfit, pada temperatur 500°C mulai terjadi transformasi fasa dari biskosfit ke periklas, hal ini ditandai dengan kemunculan puncak MgO pada posisi 2θ yaitu 42 meskipun demikian masih terdapat fasa biskosfit. Fasa periklas murni terbentuk pada suhu 600°C . Sedangkan pada serbuk MgONP4 dan MgONP10. Pada kalsinasi 600°C terlihat adanya transformasi fasa dari biskosfit ke periklas

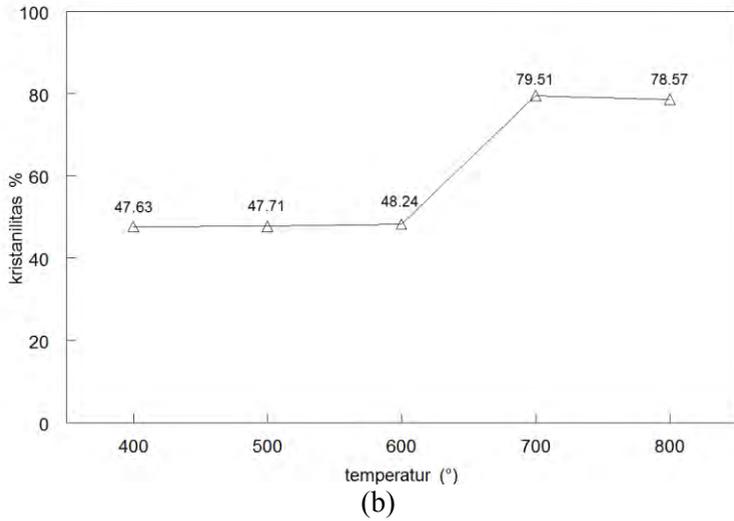
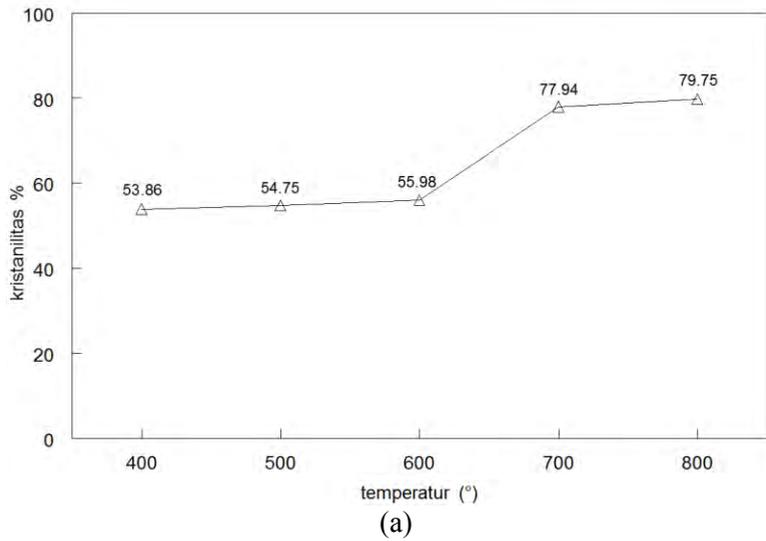
yang ditandai dengan kemunculan puncak utama MgO pada posisi 2θ , yaitu 36 dan $43^\circ 2\theta$. Pada semua sampel, fasa periklas murni terbentuk pada kalsinasi temperatur 700°C .

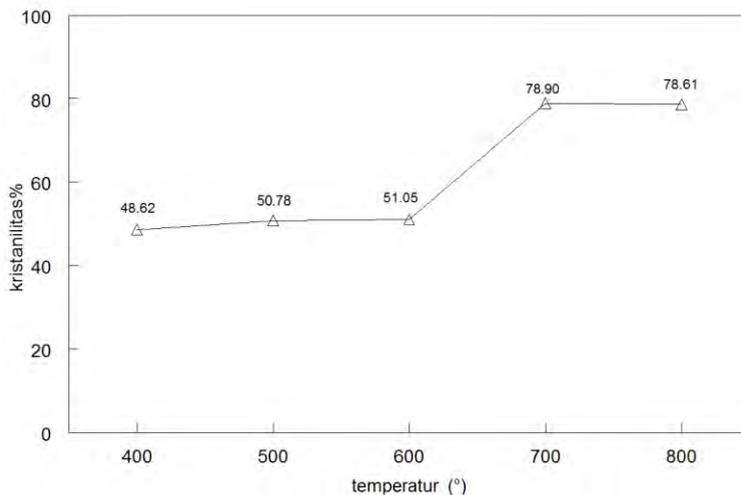
Penambahan PEG berpengaruh pada intensitas fasa periklas, terlihat pada pola xrd sampel MgONP intensitas fasa periklas lebih rendah dibandingkan dengan sampel MgOP10 dan MgOP4. Pada MgONP terlihat bahwa semakin tinggi temperatur maka intensitas fasa periklas juga semakin tinggi. Hal ini berbeda dengan sampel MgOP4 dan MgOP1 pada temperatur 700°C intensitas fasa periklas lebih tinggi daripada pada temperatur 800°C .

Dilihat dari puncak-puncak yang terbentuk pada pola XRD Gambar 4.5(a) secara umum terlihat pada temperatur yang semakin tinggi puncak yang ditunjukkan semakin tinggi dan lebarnya sedikit menyempit, sedangkan pada temperatur kalsinasi rendah puncak yang terlihat cenderung rendah dan sedikit agak melebar. Menurut Pratapa dkk. (2010), lebar puncak dan tinggi puncak dapat mengindikasikan ukuran kristal nanometrik dan kristalinitas suatu material. Secara umum, hasil analisis kekristalan seperti ditunjukkan Gambar 4.6 menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur maka kristalinitas juga meningkat.

Energi termal yang terus meningkat dapat mengakibatkan pertumbuhan kristal yang terus menerus hingga transformasi akhir, yaitu amorf menjadi kristal. Laju pertumbuhan kristal akan semakin tinggi dengan meningkatnya temperatur pemanasan yang dikenai pada bahan tersebut. Gambar 4.6 juga menunjukkan bahwa keberadaan PEG tidak secara signifikan mengubah perilaku kristalisasi periklas.

Analisis selanjutnya untuk mengetahui komposisi fasa suatu material dilakukan menggunakan perangkat lunak *Rietica* sedangkan ukuran kristalnya diperoleh dengan menggunakan perangkat lunak MAUD.





(c)

Gambar 4.6 Hubungan temperatur terhadap kristinitas (a) MgONP, (b) MgOP4, (c) MgOP10

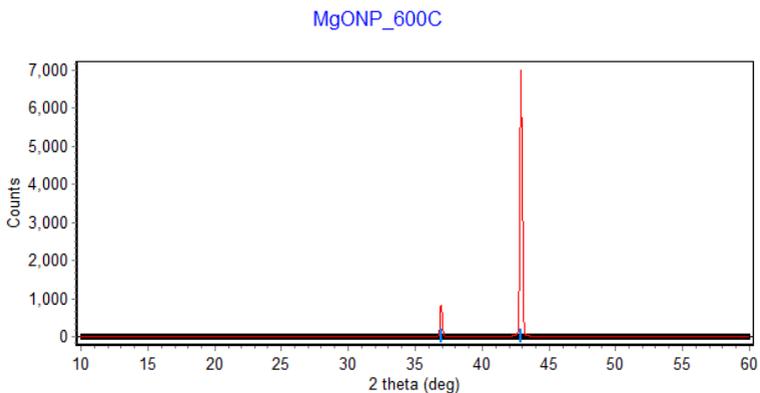
4.4 Analisis Kuantitatif Fasa menggunakan Metode Rietveld

4.4.1 Analisis Data Difraksi Sinar-X menggunakan *Rietica*

Langkah awal yang dilakukan untuk memulai dalam penghalusan (*refinement*) menggunakan perangkat lunak *Rietica* adalah dengan membuat model data terhitung yang dipilih dari data struktur kristal ICSD yang sesuai dengan fasa pada periklas, yaitu data ICSD *Periklas* 9863 dan *Bischofite*. Salah satu contoh pola difraksi terhitung yang digunakan sebagai model pada sampel MgONP ditunjukkan pada Gambar 4.7. Model pola difraksi terhitung selengkapnya disajikan pada Lampiran B. Gambar 4.7 memperlihatkan posisi-posisi puncak yang sesuai dengan posisi puncak periklas pada pola XRD serbuk periklas. Hal ini menunjukkan bahwa model-model tersebut dapat diterima dan bisa digunakan untuk menghaluskan nilai parameter-parameter data difraksi terhitung terhadap data difraksi terukur sampel-sampel serbuk dengan mengubahnya berdasar algoritme

pencocokan kurva sebagaimana yang telah dilakukan oleh Pratapa (1997). Parameter-parameter yang diubah nilainya meliputi latar belakang (*background*), parameter kisi, parameter termal, parameter *Lorentzian*, *sample displacement*, *lattice parameter*, *scale factor*. Hasil penghalusan yang dilakukan pada data difraksi sinar-x tersebut dapat diterima apabila kesesuaian nilai-nilai parameter (*Figures-of-Merit*, *FoM*) telah tercapai, yaitu nilai *R-profile* (R_p), *R-weighted profile* (R_{wp}), *R-expected* (R_{exp}) kurang dari 20% dan nilai *GoF* kurang dari 4% yang sesuai dengan pernyataan Kisi (1994) dan ditampilkan Tabel 4.1.

Selain itu tingkat kesesuaian antara pola difraksi terukur dan pola difraksi terhitung dikatakan cukup baik apabila tidak terjadi fluktuasi yang signifikan pada plot selisih antara pola difraksi data terukur dan terhitung sebagaimana contoh yang ditunjukkan pada Gambar 4.7. Nilai-nilai FoMs dan rendahnya fluktuasi plot menandakan bahwa proses penghalusan selesai dan parameter-parameter yang dihasilkan dapat digunakan untuk analisis lanjut. Hasil penghalusan secara lengkap untuk semua sampel disajikan pada Lampiran C.

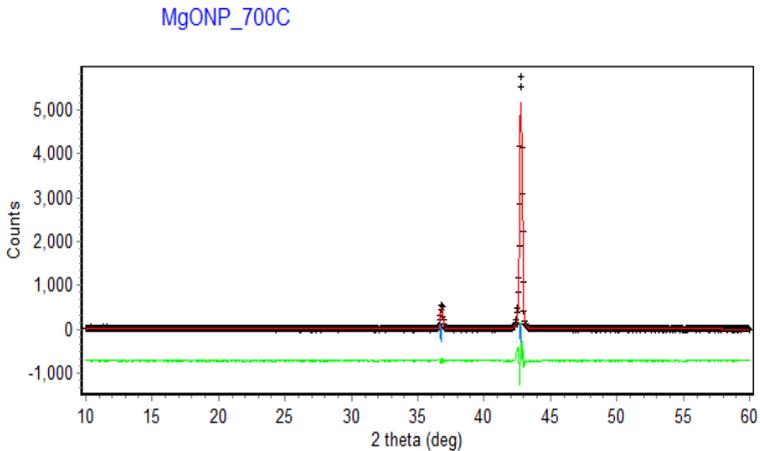


Gambar 4.7 Contoh model pola difraksi terhitung fasa periklas (ICSD *periklas* 9863) untuk sampel MgONP.

Tabel 4.1 Hasil luaran *Figures-of-Merits* (FoM) hasil analisis dengan *Rietica* dari data XRD sampel-sampel serbuk periklas.

Serbuk	Temperatur	FoM			
		GoF	Rp	Rwp	Rexp
MgONP	400°C	3.90	19.76	23.78	14.36
	500°C	3.01	15.1	23.75	14.86
	600°C	1.87	14.8	19.88	14.51
	700°C	2.38	16.45	23.84	15.44
	800°C	2.19	15.08	22.07	15.47
MgOP4	400°C	3.43	19.72	23.98	14.60
	500°C	2.91	19.23	22.34	14.92
	600°C	3.34	19.55	25.21	13.79
	700°C	2.42	17.46	23.48	15.09
	800°C	2.03	15.08	21.41	15.5
MgOP10	400°C	3.49	19.56	25.76	14.56
	500°C	2.33	19.72	24.41	14.97
	600°C	2.63	17.68	23.31	14.35
	700°C	2.92	16.14	22.88	15.45
	800°C	1.9	14.46	20.9	15.24

Dari luaran *Rietica* diperoleh hasil yang dapat dilihat secara langsung berupa komposisi fasa, parameter kisi dan skala parameter. Dapat diketahui perbedaan komposisi fasa pada MgONP, MgOP1 dan MgOP4. Pada MgONP Pada MgONP terjadi komposisi fasa pada temperatur 500°C yaitu fasa biskosfit dan periklas. Pada MgOP1 dan MgOP4 pada temperatur 500°C hanya teridentifikasi fasa biskosfit saja sedangkan pada temperatur 600°C terjadi komposisi fasa yaitu biskosfit dan periklas. Komposisi fasa pada biskosfit dan periklas dapat dilihat pada Tabel 4.2.



Gambar 4.8 Hasil penghalusan perangkat lunak *Rietica* serbuk MgONP pada kalsinasi suhu 700°C nilai Gof 2.38 R_p 16.45% dan R_{wp} 23.84

Analisis melalui parameter kisi, MgO merupakan bahan keramik yang susunan kristalnya berbentuk kubik dengan panjang kisi yang sama $a=b=c$. Parameter kisi pada pada sampel MgONP mengalami penurunan pada temperatur 600°C ke 800°C dan tidak banyak berubah. Sedangkan pada sampel MgOP4 mengalami kenaikan yang menanjak dari temperatur 600°C-800°C Dan pada sampel MgOP1 pada temperatur 600°C ke 700°C mengalami kenaikan sebesar 0.0017 sedangkan pada temperatur 700°C ke 800°C mengalami penurunan sebesar 0.0005. Secara umum parameter kisi turun terhadap kenaikan suhu untuk semua sampel. Dalam hal ini penambahan PEG berpengaruh pada parameter kisi.

Analisis melalui faktor skala, parameter ini dapat digunakan untuk menganalisis tinggi puncak. Gambar 4.9 memperlihatkan hubungan parameter ini dengan peningkatan temperatur kalsinasi. Pada serbuk MgONP faktor skala meningkat seiring dengan kenaikan temperatur yaitu pada temperatur 400°C sampai 800°C,

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Sintesis magnesium oksida dengan metode logam-terlarut asam telah berhasil dilakukan dan menghasilkan dua fasa, yaitu periklas dan biskosfit.
2. Fasa periklas terbentuk dengan kemurnian tertinggi hingga 100% pada temperatur kalsinasi 600°C tanpa menggunakan PEG.
3. Ukuran kristal periklas dan biskosfit yang didapatkan tanpa penambahan PEG adalah pada rentang 90-98 nm.
4. Penambahan PEG400 dan PEG1000:
 - a. tidak secara signifikan berpengaruh pada pembentukan periklas; Secara umum fasa periklas terbentuk pada temperatur 600°C, tetapi pada sampel-sampel MgOP4 dan MgOP10 pada temperatur kalsinasi tersebut juga terdapat fasa biskosfit.
 - b. tidak berpengaruh pada ukuran kristal periklas, yaitu sekitar 90-99 nm, bahkan pada sampel MgOP4 ukuran kristal periklas mencapai nilai lebih dari 110 nm.
 - c. berpengaruh pada distribusi ukuran kristal, sampel MgOP10 lebih monodispersif dibandingkan sampel MgONP dan MgOP4.

5.2 Saran

Dari Hasil penulisan tugas akhir ini disarankan untuk dilakukan pengujian *Transmission Electron Microscopy* (TEM) untuk mengkonfirmasi ukuran kristal yang sebenarnya dari serbuk magnesium oksida yang disintesis menggunakan metode logam-terlarut asam.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A

ICSD untuk pemodelan dari *database*

Data ICSD untuk Periklas

COL ICSD Collection Code 9863

DATE Recorded Jan 1, 1980; updated Jan 19, 1999

NAME Magnesium oxide

MINR Periclase

FORM Mg O

= Mg O

TITL X-ray determination of electron-density distributions in oxides,

Mg O, Mn O, Co O, and Ni O, and atomic scattering factors of their

constituent atoms

REF Proceedings of the Japan Academy

PJACA 55 (1979) 43-48

AUT Sasaki S, FujinoK, TakeuchiY

CELL a=4.217(1) b=4.217(1) c=4.217(1) à=90.0 á=90.0 ç=90.0

V=75.0 D=3.56 Z=4

SGR F m -3 m (225) - cubic

CLAS m-3m (Hermann-Mauguin) - Oh (Schoenflies)

PRS cF8

ANX AX

PARM Atom__No OxStat Wyck -----X-----Y-----Z-----

-SOF-

Mg 1 2.000 4a

0. 0. 0.

O 1 -2.000 4b

1/2 1/2 1/2

WYCK b a

ITF Mg 1 B=0.312

ITF O 1 B=0.362

REM M PDF 43-1022

RVAL 0.013

Data ICSD untuk Bikosfit

COL ICSD Collection Code 9011352

DATE Recorded Jan 1, 1980; updated Jan 19, 1999

NAME Magnesium chlorida

MINR Bischofite

FORM $\text{MgCl}_2(\text{H}_2\text{O})_6$ = $\text{MgCl}_2(\text{H}_2\text{O})_6$ TITL X-ray determination of electron-density distributions in
bichosfite crystal

AUT Sasaki S, FujinoK, TakeuchiY

CELL a=9.9(1) b=7.15(1) c=6.1(1) $\alpha=90.0$ $\beta=94.0$ $\gamma=90.0$

Z=2

SGR C 2/m -monoclinic

PARM Atom__No OxStat Wyck -----X-----Y-----Z-----

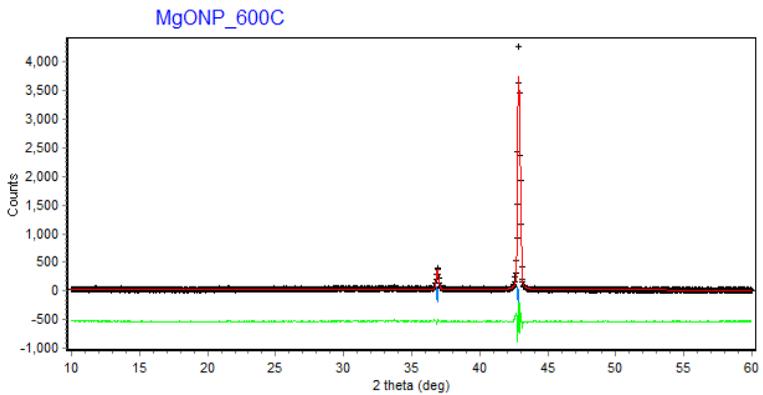
-SOF-

Mg	1	2.000	4a	0.	0.	0.
Cl				0.318	0	0.615
O1				0.2	0	0.11
O2				0.96	0.2	0.225

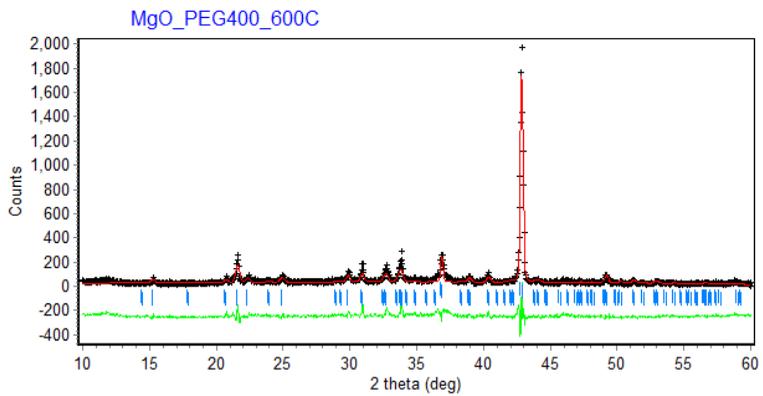
Lampiran B

Pola Hasil Penghalusan pada Perangkat Lunak *Rietica*

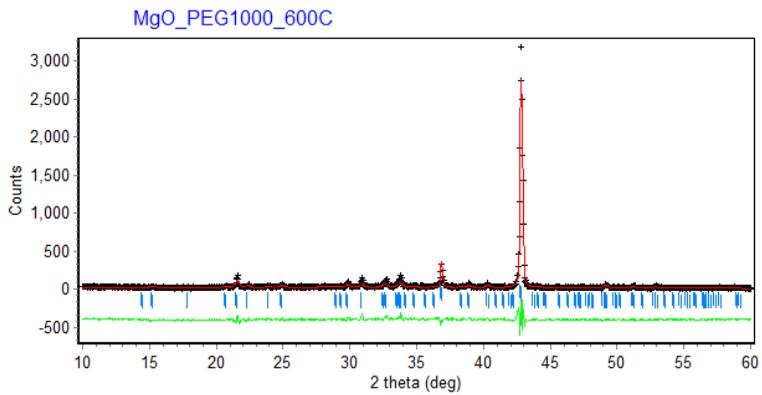
A. Sampel serbuk MgONP 600°C



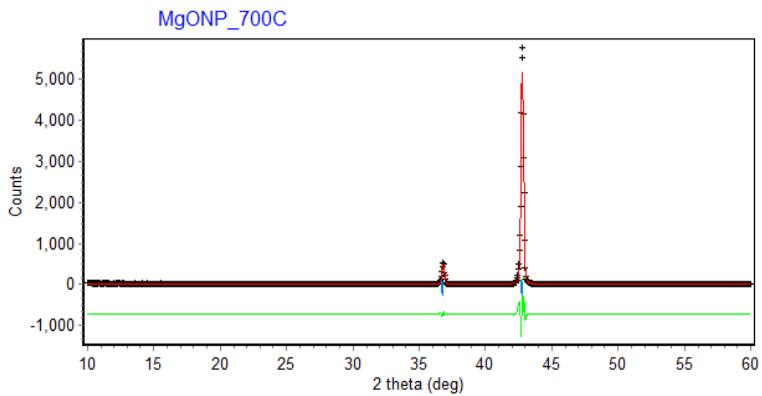
B. Sampel serbuk MgOP4 600°C



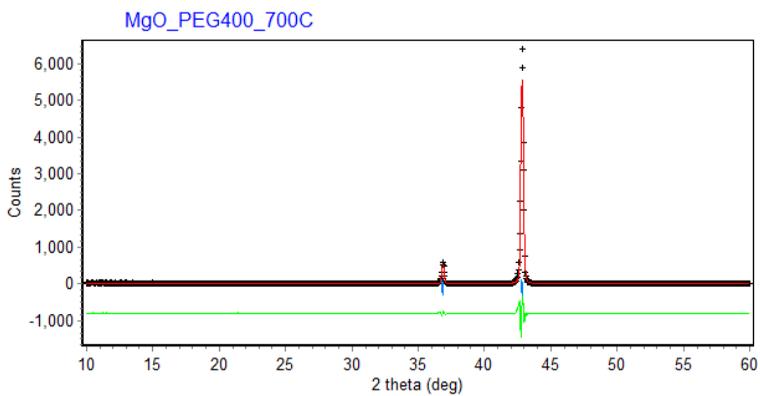
C. Sampel serbuk MgOP10 600°C



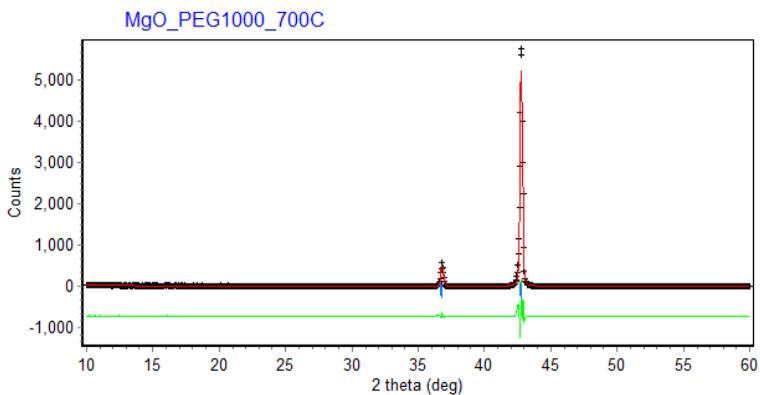
D. Sampel serbuk MgONP 700°C



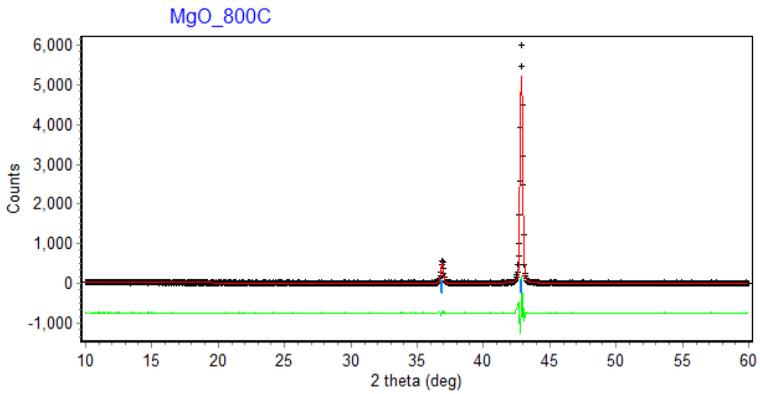
E. Sampel serbuk MgONP4 700°C



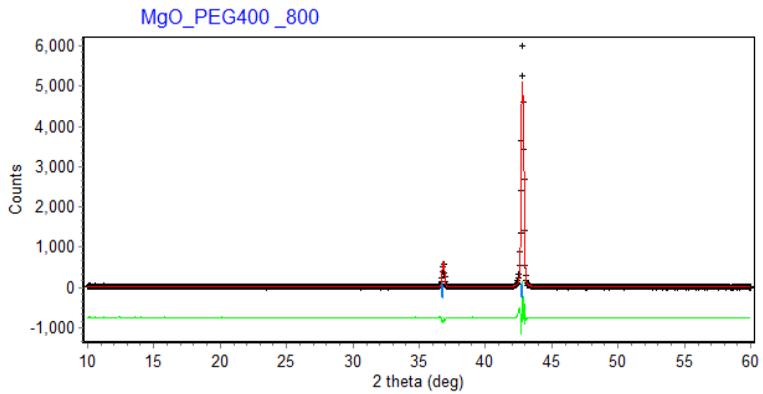
F. Sampel serbuk MgOP10 700°C



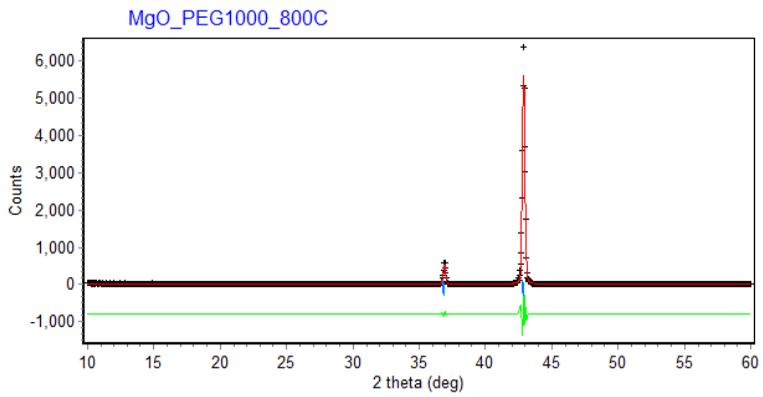
G. Sampel serbuk MgONP 800°C



H. Sampel serbuk MgOP4 800°C



I. Sampel serbuk MgOP10 800°C

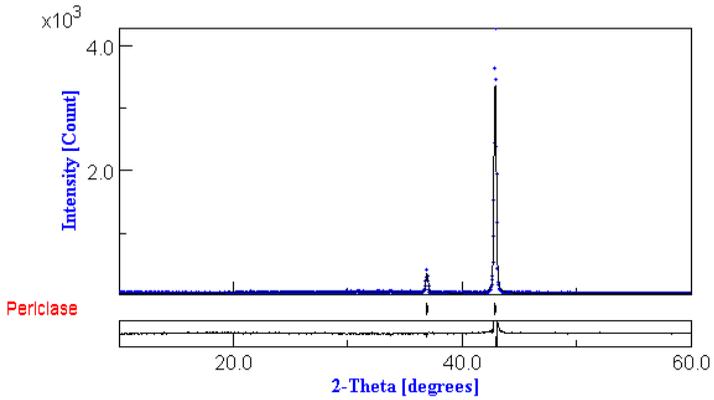


“Halaman ini sengaja dikosongkan”

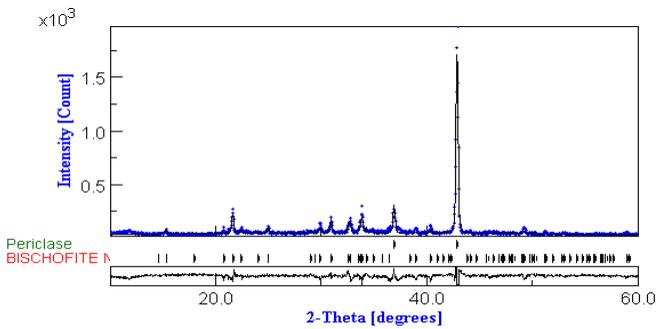
LAMPIRAN C

Pola Hasil *Refinement MAUD*

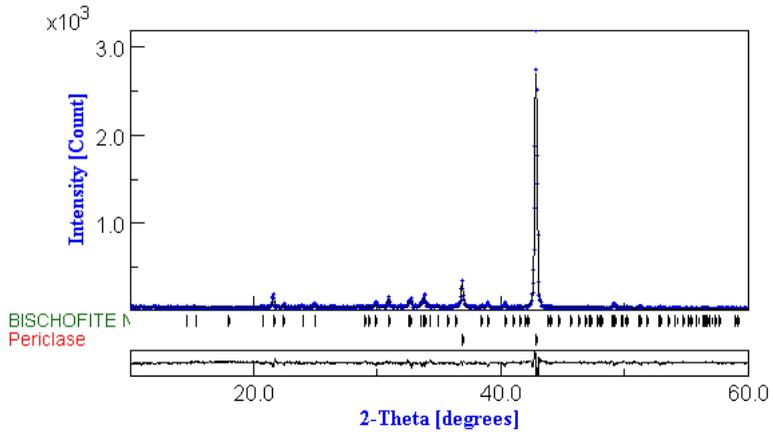
A. MgONP 600°C



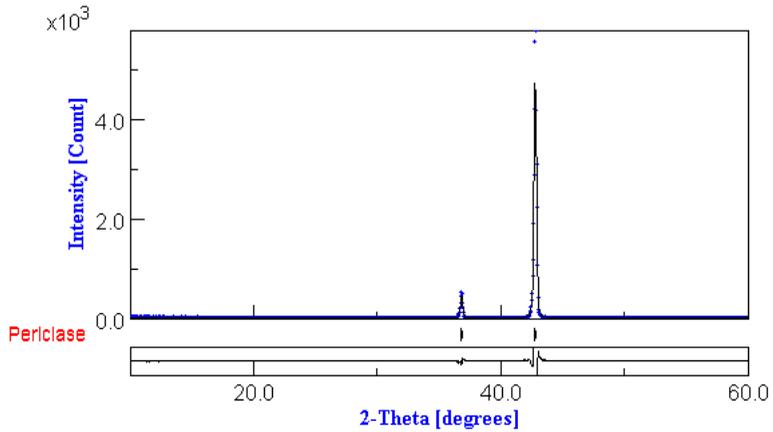
B. MgOP4 600°C



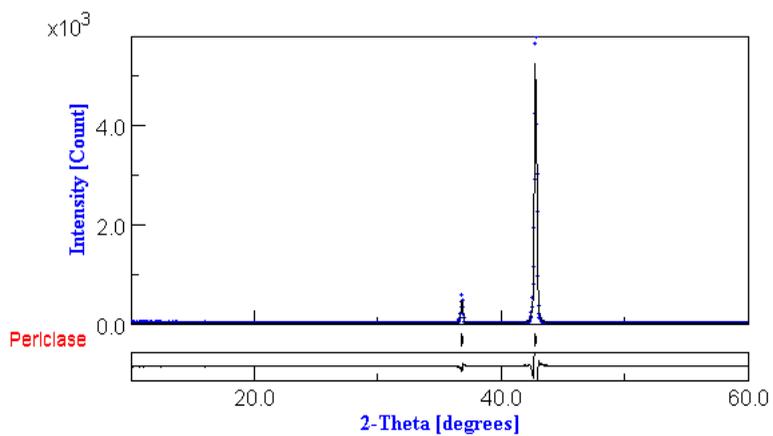
C. MgOP10 600 °C



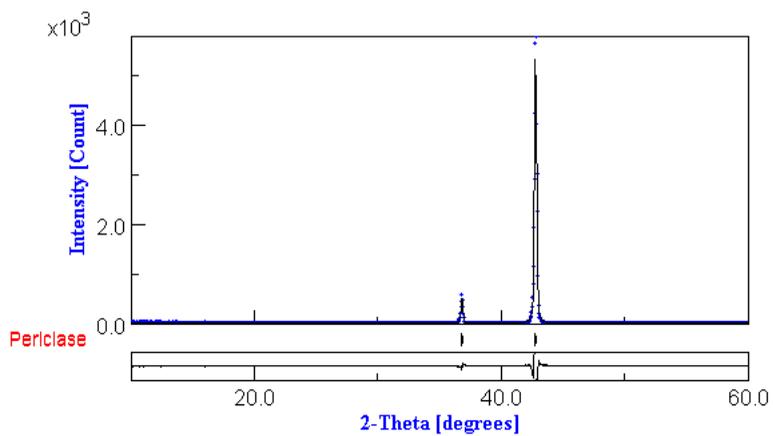
D. MgONP 700 °C

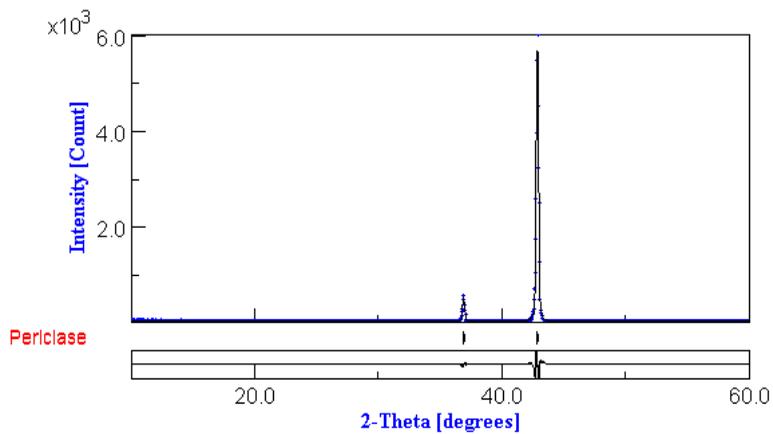
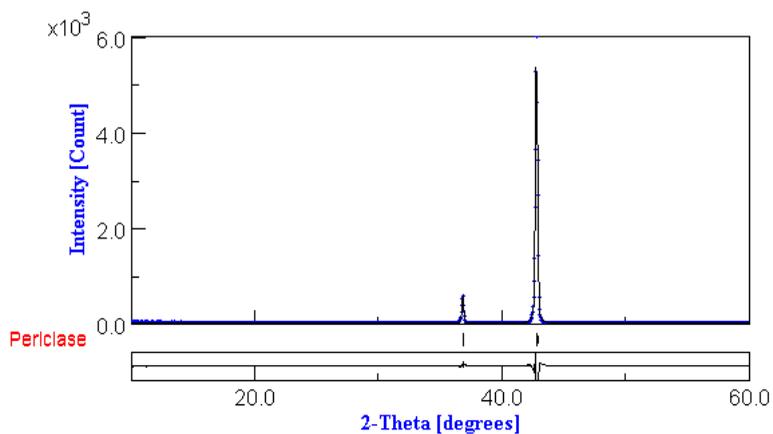


E. MgOP4 700°C

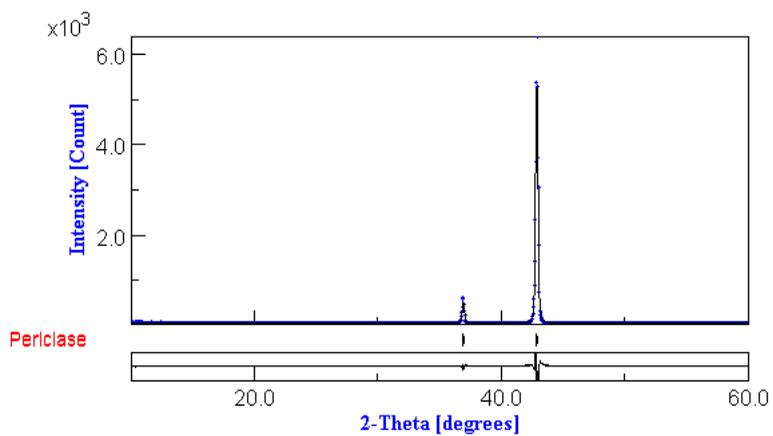


F. MgOP10 700°C



G. MgO 800°C**H. MgOP4 800°C**

I. MgOP10 800°C



LAMPIRAN D
 Hasil Keluaran Rietica Sampel Serbuk MgO

Parameter		MgONP
		MgO 600°C
FOM	Rp (%)	14.89
	Rwp(%)	19.90
	Rexp(%)	14.51
	Gof (%)	1.88
Background	B0	1.5176
	B1	2.1555
	B2	-0.46800E-01
	B3	0.226092E-03
Sample displacement		0.05210
Phase Scale		0.51357
Parameter Kisi	a	4.212388
	b	4.212388
	c	4.212388
Cell Volume		74.745483
Density		3.580
Asymetri		0.02(3)
U		0.070313
Gamma 0		0.31523
Derived Bragg R-factor		1.70

Parameter		MgOPEG10 600°C	
		Periklas	Bischofite
FOM	Rp (%)	17.68	
	Rwp(%)	23.31	
	Rexp(%)	14.35	
	Gof (%)	2.63	
Background	B0	22.9025	22.9025
	B1	-0.182227E-01	0.182227E-01
	B2	0.174585E-01	0.174585E-01
	B3	-0.333926E-03	0.333926E-03
Sample Displacement		0.24741	
Phase Scale		0.475796E-020	0.500092E-04
Parameter Kisi	a	4.212593	9.873992
	b	4.212593	7.121498
	c	4.212593	6.081964
Cell Volume		74.756	426.63
Density		161.2	1.488
Asymetri		0.0200	0.0100
U		0.065243	0.680000
Gamma 0		0.379047	0.977029
Derived Bragg R Factor		3.43	4.29

Parameter		MgOPEG4_600°C	
		Periklas	Bischofite
FOM	Rp (%)	19.56	
	Rwp(%)	25.22	
	Rexp(%)	13.79	
	Gof (%)	3.34	
Background	B0	12.5429	12.5429
	B1	1.40599	1.40599
	B2	-0.195126E-01	0.195126E-01
	B3	-0.425234E-04	0.425234E-04
Sample Displacement		0.24268	
Phase Scale		0.387970E-020	0.700655E-040
Parameter Kisi	a	4.210530	9.870355
	b	4.210530	7.115600
	c	4.210530	6.072845
Cell Volume		74.646660	425.493317
Density		3.585	1.492
Asymetri		0.0200	0.0100
U		0.134284	0.289482
Gamma 0		0.335503	0.389877
Derived Bragg R Factor		2.36	3.39

Parameter		MgONP
		MgO 700°C
FOM	Rp (%)	16.45
	Rwp(%)	23.84
	Rexp(%)	15.44
	Gof (%)	2.38
Background	B0	28.9
	B1	0.996
	B2	0.104496E-01
	B3	-
Sample displacement		0.20951
Phase Scale		0.73938
Parameter Kisi	a	4.215318
	b	4.215318
	c	4.215318
Cell Volume		74.901573
Density		3.572
Asymetri		0.02(3)
U		0.122771
Gamma 0		0.25639
Derived Bragg R-factor		3.01

Parameter		MgO PEG 1000
		MgOP10 700°C
FOM	Rp (%)	16.14
	Rwp(%)	22..88
	Rexp(%)	15.45
	Gof (%)	2.92
Background	B0	48.3540
	B1	-3.03135
	B2	0.727002E-01
	B3	-0.572491E-03
Sample displacement		0.22786
Phase Scale		0.75141
Parameter Kisi	a	4.2146
	b	4.2146
	c	4.2146
Cell Volume		74.865944
Density		3.574
Asymetri		0.02 (3)
U		0.111
Gamma 0		0.3798
Derived Bragg R-factor		3.04

Parameter		MgO PEG 400
		MgOP4 700°C
FOM	Rp (%)	17.46
	Rwp(%)	23.48
	Rexp(%)	15.09
	Gof (%)	2.42
Background	B0	43.6
	B1	-2.596
	B2	0.605161E-01
	B3	-0.464628E-03
Sample displacement		0.0700
Phase Scale		0.7686
Parameter Kisi	a	4.2148
	b	4.2148
	c	4.2148
Cell Volume		74.877197
Density		3.574
Asymetri		0.02(3)
U		0.109307
Gamma 0		0.2674
Derived Bragg R-factor		3.45

Parameter		MgONP
		MgO 800°C
FOM	Rp (%)	15.08
	Rwp(%)	22.07
	Rexp(%)	15.47
	Gof (%)	2.19
Background	B0	47.8
	B1	3.03
	B2	0.734873E-01
	B3	0.582195E-03
Sample displacement		0.14355
Phase Scale		0.73182
Parameter Kisi	a	4.2176
	b	4.2176
	c	4.2176
Cell Volume		75.023293
Density		3.567
Asymetri		0.166(3)
U		0.001
Gamma 0		0.3374
Derived Bragg R-factor		1.81

Parameter		MgO PEG1000
		MgOP10 800°C
FOM	Rp (%)	14.46
	Rwp(%)	20.9
	Rexp(%)	15.24
	Gof (%)	1.9
Background	B0	43.80
	B1	-2.4352
	B2	0.618458E-01
	B3	-0.475819E-03
Sample displacement		0.12246
Phase Scale		0.778302
Parameter Kisi	a	4.2141
	b	4.2141
	c	4.2141
Cell Volume		74.8383
Density		3.575
Asymetri		0.02(3)
U		0.0932
Gamma 0		0.2871
Derived Bragg R-factor		2.23

Parameter		MgO PEG400
		MgOP4 800°C
FOM	Rp (%)	15.08
	Rwp(%)	21.41
	Rexp(%)	15.5
	Gof (%)	2.03
Background	B0	44.9536
	B1	-2.66055
	B2	0.617751E-01
	B3	-0.476766E-03
Sample displacement		0.09662
Phase Scale		0.84329
Parameter Kisi	a	4.2186
	b	4.2186
	c	4.2186
Cell Volume		75.080612
Density		3.564
Asymetri		0.02(3)
U		0.08752
Gamma 0		0.2925
Derived Bragg R-factor		2.30

LAMPIRAN E

Hasil Keluaran *Rietica* Komposisi Fasa, Parameter kisi dan Factor skala

Serbuk	Temperatur	Periklas			Biskosfit				
		%	a=b=c	SF	%	a	b	c	SF
MgONP	400°C	-	-	-	100	9.862	7.109	6.106	0.1306
	500°C	18.45	4.211	0.307	81.55	9.841	7.102	6.081	0.1026
	600°C	100	4.212	0.514	-	-	-	-	-
	700°C	100	4.215	0.731	-	-	-	-	-
	800°C	100	4.214	0.74	-	-	-	-	-
MgOP4	400°C	-	-	-	100	9.845	7.116	6.103	0.1353
	500°C	-	-	-	100	9.851	7.114	6.085	0.1118
	600°C	99.83	4.211	0.388	0.17	9.87	7.116	6.073	0.7006
	700°C	100	4.215	0.843	-	-	-	-	-
	800°C	100	4.219	0.769	-	-	-	-	-
MgOP10	400°C	-	-	-	100	9.861	7.13	6.14	0.137
	500°C	-	-	-	100	9.869	7.125	6.093	0.1062
	600°C	87.54	4.213	0.476	12.46	9.874	7.121	6.082	0.5
	700°C	100	4.215	0.778	-	-	-	-	-
	800°C	100	4.214	0.751	-	-	-	-	-

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	Data ICSD untuk pemodelan dari database	41
LAMPIRAN B	Pola hasil refinement dengan Rietica.....	43
LAMPIRAN C	Pola hasil refinement dengan MAUD	49
LAMPIRAN D	Hasil keluaran Rietica serbuk MgO.....	54
LAMPIRAN E	Hasil keluaran Rietica parameter kisi dan factor Skala	63

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Afra Juwita, (2009). *Preparasi Mangan Oksida Hasil Pertukaran Kation Mg^{2+} dengan K-Birnessite yang Disintesis Menggunakan Reduktor Glukosa*. Jurusan Kimia FMIPA Bina widya. Pekanbaru.
- Binar dan Nurhayati, A., (2009). *Analisis Data Difraksi Presentasi Software*, Tugas Kuliah, Jurusan Fisika FMIPA ITS, Surabaya.
- Carp, O., C. L. (2004). “*Photoinduced Reactivity of Titanium Dioxide.*” Elsevier : Germany: 33-177.
- Fajrin, R. (2008). *Analisis pembentukan material nanokristal dari material amorf berbasis zirconium pada temperatur 390-410C*. Fisika FMIPA. Surabaya, ITS.
- Kuixiong, Gao. (1993). *Polyethilen Glykol as an Embadment for Microcopy and Histochemistry*. CRC Press. ISBN 978-0-8493-4323-0. Page 1-10
- Kusmahetningsih, Nining. (2012). *Aplikasi TiO_2 sebagai self Cleaning Pada Cat Tembok Dengan Dispersant Polietilen Glikol (PEG)*. Jurusan Teknik fisika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Lutterotti, L. (2006). *MAUD tutorial-instrumental Broadening Determination*. Trento, Universitas Trento.
- Nourma safarina, (2009). *Sintesis Senyawa Kompleks Ion Logam Mn(II) dengan Ligan 2-Feniletilamin*. Jurusan Kimia FMIPA ITS. Surabaya.

- Pratapa, S., (2004). *Bahan Kuliah Difraksi Sinar-X*. Jurusan FMIPA ITS.Surabaya.
- Pratapa, S. (2009). *Bahan Kuliah Difraksi Sinar-X*. Jurusan Fisika. Surabaya.
- Rietveld, H. M. (1969). “*A profile refinement method for nuclear and magnetic structures.*” *Journal of Applied Crystallography* vol.2: pp.65-71.
- Sartono (2006). “*Nanoteknologi.*” Fisika FMIPA. Universitas Indonesia.
- Speyer, F Robert. (1993). *Thermal Analysis of Materials*. Maecel Dekker, New York.
- Suasromo, (2000). *Fisika Keramik*. Jurusan FMIPA ITS. Surabaya
- Sutrisno (2006). *Analisis kuantitatif untuk campuran korundum dan periklas dengan efek mikroabsorpsi*. Fisika-FMIPA Surabaya, ITS.
- Smallman, R.E dan Bishop, R.J.(2000).*Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Erlangga. Jakarta
- Van vlack, L.H.,(1992), *Material Science and Engineering*. John Willey and Sons, New York.
- Young, R.A.(1993), *Introduction to The Rietveld Method in the Rietveld method*, ed. Young, R.A, Oxford University Press, Oxford,pp. 1-38.

BIODATA PENULIS



Penulis “Dien Rosma Diana” merupakan anak pertama dari 3 bersaudara, lahir di Gresik pada tanggal 16 Februari tahun 1993. Semasa kecil penulis menempuh pendidikan formal antara lain di TK Aisyiyah Bustanul Athfal, SD Muhammadiyah 10, SMP Muhammadiyah 10 dan SMA Negeri 1 Sidayu. Penulis adalah seorang gadis yang lebih suka menghitung daripada menghafal sehingga pada saat sekolah di tingkat SMA penulis sekolah di jurusan IPA. Sehingga pada saat PMDK

mengambil jurusan FISIKA di ITS Surabaya. Penulis merupakan mahasiswa FISIKA-ITS angkatan tahun 2010 dengan bidang minat Fisika Material. Semasa menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi HIMASIKA ITS sebagai staff Departemen Dagri periode 2011-2012. Harapan besar penulis adalah bisa memanfaatkan usia yang masih muda ini untuk terus belajar dan berkarya. Untuk mendapatkan informasi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini dapat menghubungi penulis melalui email (dien.capin@gmail.com).