

TESIS - SF 142501

Pengaruh Kandungan Al_2O_3 Terhadap Struktur dan Densitas Komposit $\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$

UMI MASLAKAH
01111750012004

Dosen Pembimbing
Dr. rer.nat. Triwikantoro, M.Sc

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN MATERIAL
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



TESIS - SF 142501

Pengaruh Kandungan Al_2O_3 Terhadap Struktur dan Densitas Komposit $\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$

UMI MASLAKAH
01111750012004

DOSEN PEMBIMBING
Dr. rer.nat. Triwikantoro, M.Sc

PROGRAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN MATERIAL
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN ANALITIKA DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



THESIS - SF 142501

***Effect of Al₂O₃ Content on Structure and Density
of ZrO₂-Al₂O₃ Composites***

UMI MASLAKAH
01111750012004

ADVISOR
Dr. rer.nat. Triwikantoro, M.Sc.

MASTER PROGRAM
FIELD OF MATERIAL PHYSICS
DEPARTEMENT OF PHYSICS
FACULTY OF SCIENCE AND DATA ANALYTICS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

**Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Sains (M.Si.)
di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

LEMBAR PENGESAHAN

oleh:

**Umi Maslakah
NRP. 01111750012004**

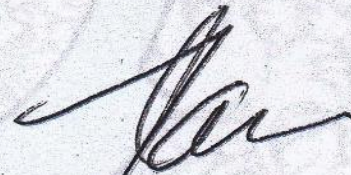
**Tanggal Ujian : 25 Agustus 2020
Periode Wisuda : September 2020**

Disetujui Oleh:


**1. Dr.rer.nat. Triwikantoro, M.Sc
NIP: 19660114 199002.1.001**


(Pembimbing)

**2. Dr. Mochammad Zainuri, M.Si.
NIP: 19640130 199002.1.001**


(Penguji)

**3. Dr. Mashuri, M.Si.
NIP: 19691216 199402.1.001**


(Penguji)



Pengaruh Komposisi Al₂O₃ Terhadap Struktur dan Densitas Komposit ZrO₂-Al₂O₃

Nama : Umi Maslakah
NRP : 01111750012004
Pembimbing : Dr. rer.nat. Triwikantoro, M.Sc

ABSTRAK

Studi pengaruh kandungan Al₂O₃ terhadap struktur dan densitas komposit ZrO₂-Al₂O₃ telah dilakukan. Dalam penelitian ini digunakan material dasar tetragonal Zirkonia sebagai matriks dan gamma Alumina sebagai pengisi. Variasi komposisi massa alumina yaitu 10%, 20%, 30%, dan 40% berat. Zirkonia yang digunakan berasal dari sintesis pasir Zirkon alam berasal dari daerah Kerengpangi Kalimantan Tengah sedangkan Alumina disediakan dari bahan komersial. Kedua bahan dicampur secara wet milling dengan menggunakan alkohol sebagai media pencampur. Setelah dicampur, kemudian dikompaksi dan disinter pada temperatur 1400°C selama 3jam. Sampel penelitian diuji dengan X-Ray Diffraction (XRD) sebelum dan sesudah disinter untuk mengetahui fasa yang terbentuk. Uji SEM/EDX sampel tersinter dilakukan untuk mengetahui morfologi dan sebaran unsur-unsur serta uji densitas untuk mengetahui kerapatan dan porositas dari komposit. Hasil XRD sampel yang telah disinter menunjukkan fasa-fasa yang terbentuk antara lain monoklinik Zirkonia, korundum Alumina, Zirkon dan Mullite. Hasil SEM/EDX menunjukkan adanya difusi antar muka antara Zirkonia dan Alumina yang mengindikasikan terbentuknya komposit. Peningkatan kandungan alumina menyebabkan penurunan densitas komposit.

Kata kunci: *Zirkonia, alumina, antar muka, komposit*

Halaman ini sengaja dikosongkan

***Effect of Al₂O₃ Content on Structure and Density of ZrO₂-Al₂O₃
Composites***

Name : Umi Maslakah
Student Identity Number : 01111750012004
Supervisor : Dr. rer.nat. Triwikantoro, M.Sc.

ABSTRACT

Study of the effect of Al₂O₃ content on the structure and density of the ZrO₂-Al₂O₃ composites has been carried out. In this study, a tetragonal zirconia base material was used as a matrix and gamma alumina as reinforcement. The variations in the mass composition of alumina are 10 wt.%, 20 wt.%, 30 wt.%, and 40 wt.%. The used zirconia be synthezised from the natural zircon sand from the Kerengpangi area of Central Kalimantan, while the alumina was supplied from commercial materials. The two ibase materials were mixed with wet milling using alcohol as a mixing medium. After being mixed, then compacted and sintered at a temperature of 1400°C. The before and after sintering samples were tested by X-Ray Diffraction (XRD) to determine the formed phase. The sintered sampples were observed using SEM / EDX to determine the morphology and distribution of the elements of the composite and density test to determine the density and porosity of the composites. The XRD results of the sintered sample showed that the formed phases were monoclinic zirconia, corundum, zircon and mullite. SEM/EDX results show the presence of interfacial diffusion between zirconia and alumina which indicates the formation of composites. The increasing of alumina content causes the decreasing of composites dencity.

Keyword : Zirconia, alumina, interface, composite

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah yang Maha Esa atas limpahan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tesis sebagai syarat wajib untuk memperoleh gelar magister Departemen Fisika Fakultas Sains Dan Analitika Data ITS dengan judul:

Pengaruh Kandungan Al_2O_3 Terhadap Struktur dan Densitas Komposit $\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$

Penulis menyadari dengan terselesaikannya penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Keluarga di Bojonegoro yaitu Ayah (Karimun), ibu (almh. Witi), kakak (Sriyatun, S.Ak. Mukayat S.AP, Siti Qoni'ah, S.Pd), kakak ipar (Sutrisno, S.T., Nurul Badriyah, S.AB., S.Pd), adik (M. Muntaha, S.T) dan keponakan tersayang (M. Taufiq Ibrahim, Ayra Lubna Nusaybah, Afrin Rufaida Annatullah) yang senantiasa memberikan do'a serta dukungan moral terhadap keberhasilan penulis menyelesaikan Tesis ini.
2. Dr.rer.nat. Triwikantoro, M.Sc, selaku dosen pembimbing Tesis yang senantiasa memberikan bimbingan, wawasan, pemantauan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini.
3. Dr. Mochammad Zainuri dan Dr.Mashuri, M.Si, selaku dosen penguji Tesis yang telah memberikan masukan untuk perbaikan tesis ini.
4. Dr. Gatut Yudoyono MT dan Dr. rer. nat. Bintoro Anang Subagyo selaku Kepala Departemen dan Sekretaris Bidang Akademik, beserta Seluruh Staf Tenaga Pendidik di Departemen Fisika FSAD ITS.
5. Karyawan Laboratorium Fisika Bidang Minat Material Departemen Fisika FSAD ITS yaitu Ahmad Solih,S.Si, M.T dan mas Slamet.
6. Cahyaning Fajar Kresna Murti S.Si yang senantiasa membantu dalam proses sintesis dan diskusi analisis.

7. Naqibatin Nadliriyah, M.Si., Dr Muhimmatul Khoiro, teman-teman cosmic dan teman-teman S2 bidang minat material yang terus memberikan semangat dan doa kepada penulis di tengah kesibukan sehari-harinya
8. Teman-teman di laboratorium material maju yang selalu memberi semangat kepada penulis

Penulis menyadari atas keterbatasan ilmu pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki, oleh karena itu penulis akan menerima kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan Tesis ini. Semoga Tesis ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan serta memberikan inspirasi bagi pembaca untuk perkembangan lebih lanjut khususnya dalam pengolahan pasir Puya menjadi zirkonia sebagai biomaterial.

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pasir Zirkon.....	5
2.2 Zirkonia (ZrO_2).....	6
2.3 Alumina.....	8
2.4 Komposit.....	8
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Alat dan bahan.....	13
3.1.1 Alat	13
3.1.2 Bahan	13
3.2 Prosedur Penelitian.....	13
3.2.1 Sintesis ZrO_2	13
3.2.2 Sintesis Komposit ZrO_2/Al_2O_3	15
3.2.3 Karakterisasi X-Ray Diffraction	15
3.2.4 Karakterisasi Morfologi	16

3.2.5	Pengujian Densitas	17
3.3	Nomenklatur Sampel	17
3.4	Diagram alir penelitian	19
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1	Analisis Termal.....	23
4.2	Analisis Pola Difraksi Komposit $ZrO_2-Al_2O_3$	25
4.3	Mikrostruktur.....	31
4.4	Diskusi	35
BAB V	KESIMPULAN.....	39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
BIODATA PENULIS	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram fasa dari ZrO_2-SiO_2	6
Gambar 2. 2 Ilustrasi mekanisme proses <i>sintering</i> (Sulistyo, 2019; Chen, 1998).....	10
Gambar 3. 1 Skema pembuatan komposit secara umum	19
Gambar 3. 2 Skema pembuatan zirkonia	20
Gambar 3. 3 Skema pembuatan Komposit.....	21
Gambar 4. 1 Kurva TGA-DSC (a) sampel ZA091 (b) sampel ZA064.....	24
Gambar 4. 2 Pola difraksi campuran (A) Z0 (B) A0 (C) ZA091 (D) ZA082 (E) ZA073 (F) ZA064.....	26
Gambar 4. 3 Pola difraksi komposit pada sampel (A) Z (B) A (c) ZA91 (D) ZA82 (E) ZA73 (F) ZA64.....	29
Gambar 4. 4 Hasil citra SEM pada sampel (a) ZA91 (b) ZA82 (c) ZA73 (d) ZA64..	32
Gambar 4. 5 Analisis Elemen Morfologi <i>Line Scan</i> SEM-EDX sepanjang garis kuning pada sampel (a) ZA64 (b) ZA73 (c) ZA82 (d) ZA91.....	34
Gambar 4. 6 Grafik pengaruh penambahan kandungan Al_2O_3 terhadap densitas komposit	37

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Numenklatur sampel komposit.	17
Tabel 4. 1 Analisis Pola XRD dengan Menggunakan Perangkat Lunak Rietica.....	27
Tabel 4. 2 Komposisi Fasa Campuran ZrO ₂ dan Al ₂ O ₃ Dengan Analisis Rietica.....	27
Tabel 4. 3 Analisis Kuantitatif Persen Berat Masing-masing Fasa pada Pola Difraksi sampel yang telah dikompaksi dan disinter.....	30
Tabel 4. 4 Analisis Ukuran Kristal dengan Menggunakan Perangkat Lunak MAUD	31
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Densitas Komposit	35

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Komposit zirkonia-alumina banyak digunakan dalam berbagai aplikasi dalam kehidupan sehari-hari, misalnya dalam bidang manufaktur dan juga dalam bidang biomaterial. Komposit sendiri merupakan kombinasi dari dua material atau lebih yang secara makroskopik saling berinteraksi melalui ikatan antar permukaan tanpa terjadi ikatan kimia, sehingga membentuk material baru yang sifatnya gabungan antara dua material penyusunnya. Interaksi antar permukaan pada komposit dapat disebabkan karena adanya gaya adhesi-koheisi, interlocking, dan difusi atomik antar permukaan. Berdasarkan matriks penyusunnya, komposit dapat dibedakan menjadi PMC (*Polymer Matrix Composite*), CMC (*Ceramic Matrix Composite*) dan MMC (*Metal Matrix Composites*) (Agarwal, 2006).

Komposit zirkonia-alumina termasuk golongan CMC, yaitu komposit dengan matriks berupa material keramik. Komposit jenis ini biasanya tahan pada temperature tinggi dan tidak mudah bereaksi dengan unsur lain sehingga cocok diaplikasikan sebagai biomaterial.

Di alam, zirkonia tidak tersedia dalam bentuk bebas tapi berikatan dengan silika sebagai mineral zirkon. Kekayaan sumber daya alam di Indonesia sangat melimpah, diantaranya kekayaan mineral, namun pemanfaatannya masih dalam bentuk mentah sehingga nilai ekonominya masih rendah. Keberadaan zirkon di Indonesia terdapat di daerah kepulauan Riau, Bangka Belitung dan pulau Kalimantan. Apabila pasir mineral zirkon ini diolah lebih lanjut akan mempunyai peranan yang sangat luas sebagai biomaterial atau material fungsional lainnya.

Pada proses pemurnian zirkon dari pasir alam biasanya dilakukan proses kimia dengan menggunakan asam klorida dan natrium hidroksida. Pada riset sebelumnya yang dilakukan oleh Nadliriyah pada tahun 2018, proses pemurnian serbuk zirkon dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu (a) separasi magnet menggunakan magnet

permanen (b) penggilingan pasir dengan menggunakan *planetary ball milling* (c) perendaman dengan larutan HCl 2M (d) pencucian dengan aquades sampai pH netral (e) direaksikan dengan NaOH pada temperature 250°C dan (f) pencucian menggunakan aquades hingga pH normal.

Zirkonia merupakan keramik oksida dengan ciri berwarna putih keabu-abuan, berbentuk kristal maupun amorf, lunak, dapat ditempa dan diulur bila murni, juga tahan terhadap udara bahkan api. Bahan ini termasuk keramik teknik yang mempunyai sifat kegetasan (*brittle*) yang tinggi dan resistansi tinggi terhadap berbagai jenis asam dan alkali, air laut dan agen lain-lain, memiliki titik lebur yang sangat tinggi (>2000°C) dan sensitif terhadap gas oksigen (Fleming, 2000). Karena memiliki ciri fisik yang baik, zirkonia sering diaplikasikan pada biomaterial seperti pembuatan implant gigi, mahkota gigi.

Aluminium oksida (Al₂O₃) yang sering disebut sebagai alumina tergolong salah satu material keramik oksida yang polimorfi yaitu memiliki struktur kristal yang beragam. Alumina memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi dan temperatur tinggi, sehingga dapat digunakan untuk berbagai aplikasi. Selain itu, alumina juga memiliki konduktivitas listrik yang relatif rendah sehingga aman jika digunakan sebagai biomaterial.

Pada penelitian ini akan dikaji pengaruh kandungan alumina pada struktur dan densitas komposit dengan zirkonia dari pasir zirkon alam sebagai matriks dan alumina sebagai bahan pengisi. Berdasarkan penelitian Nuryadin, 2015 ekstraksi material zirkonia dari pasir zirkon alam Kereng Pangi bisa dilakukan dengan menggunakan metode alkali fusion dan kopresipitasi. Sementara Lisdawati mengungkapkan bahwa pengaruh suhu kalsinasi pada zirkonia amorf dapat mempengaruhi struktur dari zirkonia yang terbentuk.

Komposit ZrO₂/Al₂O₃ ini akan dikarakterisasi untuk mengetahui karakteristik struktur, morfologi serta densitas. Diharapkan komposit ZrO₂/Al₂O₃ memiliki struktur dan densitas yang optimal sehingga dapat digunakan sebagai bahan biomaterial.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu

1. Bagaimana pengaruh kandungan Al_2O_3 terhadap fasa terbentuk, struktur mikro sistem komposit $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$
2. Bagaimana pengaruh kandungan Al_2O_3 terhadap densitas dan porositas $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut

1. Mengetahui pengaruh kandungan Al_2O_3 terhadap fasa, struktur mikro komposit $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$
2. Mengetahui pengaruh kandungan Al_2O_3 terhadap densitas dan porositas komposit padat $\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini meliputi

1. Zirkonia yang digunakan berasal dari pemurnian dan sintesis pasir zirkon alam
2. Pasir zirkon yang digunakan berasal dari pasir Puya yang berasal dari Kerengpangi Kalimantan Tengah
3. Serbuk alumina yang digunakan berasal dari bahan komersial *merck*
4. Karakterisasi yang digunakan berupa struktur, citra morfologi dan sifat fisik berupa densitas dan porositas

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat sebagai acuan untuk memberikan informasi tentang pengaruh komposisi Al_2O_3 terhadap komposit $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ yang terbentuk.

1.6 Sistematika Penelitian

Penulisan penelitian ini terdiri dari abstrak yang berisi gambaran secara umum dari penelitian ini. Bab I yang terdiri dari latar belakang penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian. Bab II yang berisi tentang tinjauan pustaka yang mencakup dasar teori yang digunakan dalam penelitian. Bab III yaitu metodologi penelitian yang berisi tentang prosedur kerja yang digunakan dalam penelitian. Bab IV tentang hasil dan pembahasan yang didapatkan dari penelitian. Bab V tentang kesimpulan dari hasil yang didapatkan serta mencakup saran untuk penelitian lebih lanjut.

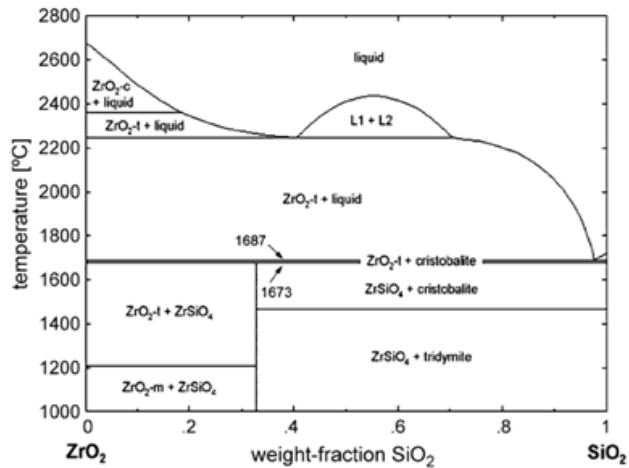
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pasir Zirkon

Indonesia memiliki berbagai macam sumber daya alam salah satunya yaitu sumber daya berupa pasir alam. Pasir alam merupakan pasir yang berasal dari alam misalnya berasal dari gunung, sungai, atau laut. Pasir alam memiliki berbagai macam jenis, contohnya pasir besi, pasir silika, dan pasir zirkon, penamaan pasir ini sesuai dengan mayoritas kandungan mineral didalamnya. Misalkan untuk pasir silika memiliki kandungan mineral utama berupa silikon dioksida (SiO_2), pasir besi memiliki mineral utama berupa Fe_3O_4 atau disebut juga dengan magnetit, sedangkan untuk pasir zirkon memiliki mineral utama berupa zirkonium silikat (ZrSiO_4).

Di alam, pasir zirkon tidak ditemukan dalam keadaan murni melainkan masih terdapat banyak pengotor. Dalam proses pemurnian, zirkon digiling dan direaksikan secara kimiawi untuk menghilangkan pengotor di dalamnya. Massa jenis zirkon pada umumnya ialah $4,63 \text{ g/cm}^3$ (Elsner, 2013). Zirkon bersifat nonkonduktif dan nonmagnetik sehingga mudah dipisahkan dari material lain dengan cara memanfaatkan perbedaan sifat konduktif, magnetik dan massa jenis. Zirkon memiliki titik leleh sekitar 2550°C . Zirkon mengalami pemisahan menjadi zirkonia dan silika pada *range* temperatur $1500\text{-}2000^\circ\text{C}$ yang akan kembali pada saat proses pendinginan. Pada temperatur di bawah temperatur lelehnya, zirkon akan mempunyai resistansi kimia yang baik sehingga zirkon tidak bisa berubah menjadi keramik yang berporositas rendah dan massa jenisnya tinggi (Brook, 2012).



Gambar 2. 1 Diagram fasa dari ZrO₂-SiO₂ (Ling, Liu 2015)

Mineral zirkon alam banyak ditemukan di wilayah Indonesia, salah satu wilayah yang memiliki kandungan zirkon terbesar adalah Kalimantan Tengah. Di Indonesia, zirkon sudah lama dikenal sebagai endapan *alluvial*. Selain itu, zirkon juga terdapat di sepanjang aliran sungai pedalaman Kalimantan mengikuti penyebaran endapan *alluvial* emas dan rawa-rawa. Endapan-endapan yang mengandung zirkon, biasanya diikuti oleh mineral-mineral lain seperti emas dan intan

2.2 Zirkonia (ZrO₂)

Zirkonium dioksida atau yang biasa disebut zirkonia merupakan salah satu material keramik yang ditemukan oleh M.H Kalaproth pada tahun 1788 dalam bentuk material zirkon yang ditemukan di alam dalam bentuk bebas sebagai oksida atau silikat dalam kerak bumi dan bebatuan dalam kadar kecil. Zirkonia berwarna putih keabu-abuan, berbentuk kristal maupun amorf, lunak dapat ditempa dan diulur bila murni, juga tahan terhadap udara bahkan api. Material ini termasuk keramik teknik yang mempunyai sifat kegetasan (*brittle*) yang tinggi dan resistansi tinggi terhadap berbagai jenis asam dan alkali, air laut dan agen lainnya, memiliki titik lebur yang sangat tinggi (>2000°C) dan sensitive terhadap gas oksigen (Fleming, 2000).

Zirkonia merupakan material yang bersifat polimorfi yang memiliki tiga macam struktur kristal yaitu fasa kubik, tetragonal, dan monoklinik. Ketiga bentuk kristal tersebut dibedakan oleh kesimetrian kristal yang ditentukan oleh jarak antar atom, bukan dari nomor koordinasi ion. Pada suhu rendah, fasa zirkonia yang paling stabil adalah monoklinik, yang terjadi secara natural sebagai mineral *baddeleyite*. Pada suhu 1205°C sampai 2377°C dan tekanan ambien, fasa zirkonia tetragonal secara termodinamika menjadi stabil. Pada suhu diatas 2377°C sampai 2710°C, fasa zirkonia berubah menjadi kubik dengan struktur fluorite dan mencair pada suhu diatas 2710°C. Diagram fasa O-Zr dan tiga struktur kristal dari zirkonia dapat dilihat pada gambar 2.1.

Pada temperature ruang, kombinasi fasa monoklinik sebagai fasa stabil dan fasa tetragonal sebagai fasa metastabil pada temperature ruang bermanfaat meningkatkan ketangguhan retak zirkonia karena fasa tetragonal apabila mengalami tegangan akan bertransformasi ke fasa monoklinik yang berarti akan terjadi penguatan (Hartono, 2012). Postulat Ostwald menyebutkan bahwa jika suatu reaksi menghasilkan beberapa produk polimorfi maka yang pertama terbentuk yaitu fasa metastabil secara termodinamik dikarenakan kecepatan kristalinitasnya lebih tinggi. Fasa metastabil ini merupakan fasa perantara dan pada akhirnya akan bertransformasi ke fasa stabilnya pada temperature dan tekanan tertentu (Kurapova, 2013).

Dikarenakan zirkonia memiliki berbagai sifat yang unik, maka material ini memiliki berbagai macam aplikasi. Dalam bidang industri, zirkonia dapat dijadikan sebagai bahan keramik baik sebagai material refraktori maupun sebagai bahan pelapis dari material korosif, sebagai bahan pelapis komponen elektronik, dan sebagai material elektrolit pada bahan *solid oxide fuel cell* (SOFC) (Apriany dkk., 2017). Pada bidang kesehatan, zirkonia dapat diaplikasikan sebagai bahan implan atau restorsi gigi dan sebagai bahan pengisi komposit kedokteran gigi.

Zirkonia dapat terbentuk dari proses dekomposisi zirkon pada temperatur 1750°C yang akan memisahkan zirkonia (ZrO_2) dan silika (SiO_2). Pada penggunaan bahan alam misalkan saja pasir zirkon, biasanya zirkonia dihasilkan dari proses

ekstraksi yang dilanjutkan dengan alkali fusion zirkon menggunakan temperatur 600-700 °C.

2.3 Alumina

Aluminium oxide atau yang dikenal dengan alumina (Al_2O_3) merupakan material keramik yang bersifat inert, mempunyai kekerasan yang tinggi, resistan terhadap temperature tinggi (mencapai 1700°C) dan memiliki konduktivitas listrik yang rendah. Alumina merupakan material polimorfi yang berdasarkan strukturnya dapat dibedakan menjadi γ -alumina, β -alumina, δ -alumina, θ -alumina dan α -alumina (Wardani, 2014). Dengan sifatnya tersebut, alumina banyak digunakan sebagai bahan biomaterial dalam dunia medis contohnya dalam pembuatan implant gigi, mahkota gigi dan tulang.

Menurut Gates (1992) untuk α -alumina menunjukkan fasa stabil pada temperature di atas 1000°C sedangkan fasa metastabilnya berupa γ -alumina β -alumina, δ -alumina dan θ -alumina yang muncul pada temperature dibawah 1000°C. Gamma alumina dapat terbentuk melalui proses pemanasan $\text{Al}(\text{OH})_3$ pada suhu 500°-800°C

Aluminium ditemukan dalam bentuk material dan ada dalam jumlah kecil hamper pada semua mineral. Aluminium selalu ditemukan berikatan dengan oksidanya. Di alam, sumber alumina dapat ditemukan dalam bentuk biji bauksit ataupun dalam bentuk tanah liat (Ruys, 2019)

Korundum merupakan salah satu mineral pembentuk batuan. Secara alami mineral ini jernih tetapi dapat memiliki warna yang berbeda tergantung zat pengotornya. Selain kekerasannya yang baik, korundum juga memiliki densitas yang tinggi (Ruys, 2019).

2.4 Komposit

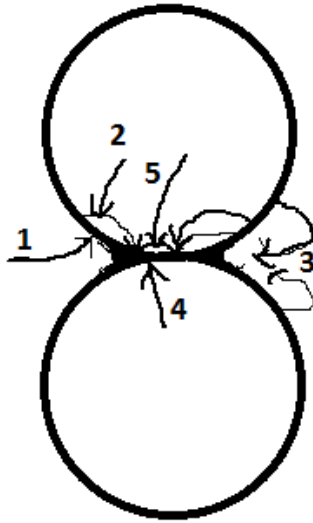
Komposit merupakan kombinasi dari dua material atau lebih yang secara makroskopik saling berinteraksi melalui ikatan antar permukaan tanpa terjadi ikatan kimia, sehingga membentuk material baru yang sifatnya gabungan antara dua material

penyusunnya. Interaksi antar permukaan pada komposit dapat disebabkan karena adanya gaya adhesi-koheisi, interlocking, dan difusi atomic antar permukaan.

Komposit dapat dibuat dengan mencampurkan antara matriks dan filler, kemudian dikompaksi dan dilanjutkan dengan proses sintering. Selama proses pencampuran dan kompaksi, terbentuk gaya adhesi-koheisi dan interlocking antara matriks dan filler. Proses difusi atom terjadi karena adanya proses pemanasan (sintering).

Proses *sintering* merupakan proses pemanasan menggunakan temperatur tertentu pada material, yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan material tersebut (Sulistyo, 2019). Pada proses *sintering* terjadi dua fenomena yaitu penyusutan (*shrinkage*) yang berakibat pada turunnya porositas material dan terjadi penggabungan antara partikel-partikel (Subiyanto, 2003). Sehingga, sinter cukup berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik dari material. Pada material komposit, temperature sinter yang digunakan untuk pemanasan adalah $2/3$ dari temperature titik leleh dari material yang paling rendah titik lelehnya.

Proses sinter dapat memberikan efek pada dimensi material, hal ini terjadi karena pada saat proses pemanasan melalui sinter akan mengalami difusi atom yaitu atom-atom yang terdapat pada material akan mudah bergerak untuk mengisi tempat yang kosong, selain itu apabila pada pembuatan material tersebut menggunakan binder pada saat pemanasan maka binder tersebut dapat menguap sehingga akan mengalami perubahan pada dimensi material (Sulistyo, 2019). Difusi atom yang terjadi pada material disebabkan oleh adanya energi yang dimiliki atom sehingga dapat membuat bergerak serta menempati daerah dengan energi yang lebih rendah pada sisi void material tersebut (Grupp dkk. 2011).



Gambar 2. 3 Ilustrasi mekanisme proses *sintering* (Sulistyo, 2019; Chen, 1998)

Gambar diatas merupakan ilustrasi fenomena difusi pada proses sinter, di mana keterangan prosesnya sebagai berikut:

1. Difusi Permukaan
2. Difusi kisi
3. Difusi Evaporasi
4. Difusi Batas Butir

Densifikasi pada serbuk akibat dari proses sinter terjadi karena difusi batas butir dan difusi kisi.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses sinter diantaranya yaitu ukuran partikel yang mana difusi akan meningkat ketika ukuran partikel yang digunakan semakin kecil hal ini terjadi karena adanya peningkatan perbandingan antara luas area terhadap volume yang akan mengakibatkan meningkatnya gaya penggerak, bentuk partikel dapat meningkatkan luas kontak antar partikel yang akan mengakibatkan kecepatan difusi meningkat, struktur kristalin suatu material, temperatur dan waktu tahan sinter dapat meningkatkan kecepatan inter, serta denitas material berpengaruh pada luas kontak permukaan antar partikel (Suprpto dkk., 2017).

Proses sinter dapat mengakibatkan pertumbuhan butir sehingga untuk butir yang berukuran kecil cenderung menghilang. Selama proses sinter, temperatur berperan sebagai gaya pendorong difusi antarmuka partikel. Hal ini akan mengakibatkan semakin tinggi temperatur sinter dan semakin lama waktu tahannya maka densitas akan meningkat (Suprpto dkk., 2017). Selain itu, besarnya densitas juga dipengaruhi oleh seberapa besar kepadatan dari serbuk yang dikompaksi yang akan mengakibatkan semakin besarnya area kontak partikel serbuk sehingga pada saat proses sinter terjadi ikatan yang cukup kuat.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan bahan

3.1.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari magnet permanen, gelas ukur, pipet, spatula, kertas saring, bola zirkonia, planetary ball milling, magnetic bar, hotplate stirrer ceramic, ultrasonic cleaner BRANSON 1800, neraca Ohaus, kertas pH, crucible porcelline 50mL, furnace tipe carbolyte. Peralatan yang digunakan dalam karakterisasi material dalam penelitian ini yaitu *X-Ray Diffractometer (XRD)* jenis Philips X'Pert PRO, *Scanning Electron Microscopy/ Energy Dispersive X-Ray (SEM/EDX)* dan *Electronic Densimeter BK-DME 300 D*.

3.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu aquades, alkohol 96%, alumina dan pasir zirkon dari kereng pangi, Kalimantan Tengah. Selain itu, bahan yang digunakan untuk sintesis yaitu larutan HCl 37%, padatan NaOH dan NH₄OH 25%.

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Sintesis ZrO₂

Sintesis diawali dengan preparasi bahan utama, pasir zirkon. Bahan alam yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pasir zirkon yang berasal dari Kereng Pangi, Kalimantan Tengah. Pasir zirkon dicuci dengan aquades untuk menghilangkan pengotor dan kandungan garam yang masih ada sehingga pasir tersebut tidak terkontaminasi dengan unsur yang tidak diinginkan. Setelah itu, pasir zirkon dikeringkan untuk mengurangi kandungan air. Kemudian dilakukan separasi magnet untuk memisahkan unsur Fe yang masih terdapat pada pasir zirkon.

Setelah tahap preparasi pasir zirkon selesai, langkah selanjutnya yaitu proses penggilingan (*milling*). Pada proses *milling* dilakukan untuk mereduksi ukuran partikel

pasir zirkon. Proses ini dilakukan selama 2jam dengan kecepatan 150rpm. Perbandingan yang digunakan dalam proses *milling* bahan (gr): Bola zirkonia (gr): alkohol (mL) yaitu 11:50:17. Proses *milling* ini dilakukan secara *wet milling* dengan alkohol sebagai media pencampurnya. Setelah selesai proses *wet milling*, kemudian serbuk dikeringkan untuk menguapkan alkohol yang digunakan sebagai media pencampur.

Langkah selanjutnya, pasir zirkon hasil *milling* direndam dalam HCl 2M (proses *leaching*) dengan perbandingan massa pasir zirkon hasil *milling* dan HCl 2M yaitu 1:30. Proses ini dilakukan untuk mengurangi impuritas yang masih terdapat pada pasir zirkon serta membersihkan kandungan unsur lain selain zirkon sehingga dapat menghasilkan zirkon dengan kemurnian yang lebih tinggi. Kemudian serbuk hasil *leaching* didiamkan selama 24 jam sehingga terdapat endapan. Endapan serbuk kemudian dicuci dengan menggunakan aquades hingga pH netral dan dikeringkan.

Sintesis selanjutnya yaitu proses hidrotermal yang bertujuan untuk memisahkan unsur silica (SiO_2) dari zirkon yang sudah disintesis. Pada proses ini, 20gr pasir zirkon hasil *leaching* dicampur dengan 100mL NaOH 7M dengan menggunakan hotplate stirrer dengan kecepatan 350rpm dan suhu 250°C hingga sampel mengkerak. Kemudian sampel yang sudah mengkerak dibiarkan dingin sebelum ditambahkan aquades dan diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer selama 1 jam tanpa menggunakan suhu. Setelah itu diendapkan selama 24 jam dan dicuci hingga pH netral dan dikeringkan dengan hotplate pada suhu 80°C . Endapan yang terbentuk merupakan serbuk zirkon.

Selanjutnya tahap utama untuk mensintesis zirkonia yaitu alkali fusion. Serbuk zirkon direaksikan dengan NaOH dengan rasio berat zirkon dan NaOH sebesar 2:3 didalam furnace pada suhu 700°C dengan rate $5^\circ\text{C}/\text{menit}$ dan ditahan selama 3jam. Sampel hasil alkali fusion kemudian dihaluskan dan dicuci menggunakan aquades dengan perbandingan serbuk dan aquades 1:10 selama 1 jam dan diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan 350rpm kemudian diendapkan. Endapan dicuci 3x dengan aquades kemudian dikeringkan. Pencucian ini dilakukan

untuk melarutkan silica yang telah terpisah dan basa yang tidak bereaksi selama proses alkali fusion.

Setelah sampel kering, dilakukan pencucian dengan HCl 10M dengan perbandingan sampel dan HCl sebesar 1:30 diaduk dengan menggunakan manetic stirrer selama 1 jam dengan kecepatan 300rpm pada suhu 100°C. Dalam proses ini terbentuk larutan berwarna kuning yaitu $ZrClO_2$ serta endapan berwarna putih. Selanjutnya, larutan berwarna kuning ini yang digunakan untuk ekstraksi serbuk zirkonia. Pada larutan $ZrClO_2$ ditambahkan aquades dengan perbandingan 1:1, kemudian dilakukan titrasi dengan NH_4OH 10% hingga pH netral. Setelah proses titrasi hingga pH netral, kemudian diendapkan selama 24 jam sehingga terbentuk gel. Setelah itu, gel dicuci dengan aquades dengan perbandingan 1:3 selama 15kali. Selanjutnya gel disaring dengan menggunakan kertas saring halus dan dikeringkan dengan temperature 80°C sehingga didapatkan zirkonia amorf. Untuk memperoleh zirkonia tetragonal, zirkonia amorf dikalsinasi dengan menggunakan temperatur 800°C.

3.2.2 Sintesis Komposit ZrO_2/Al_2O_3

Sintesis komposit ZrO_2/Al_2O_3 dalam penelitian ini dilakukan dengan metode metalurgi serbuk. Pencampuran serbuk ZrO_2 sebagai matriks dan Al_2O_3 sebagai filler dilakukan dengan menggunakan *planetary ball milling* selama 3jam dengan kecepatan 150rpm. untuk mempermudah proses pencampuran, digunakan alkohol sebagai media pencampuran. Perbandingan massa matriks dan filler yang digunakan untuk komposit antara lain 90:10, 80:20, 70:30 dan 60:40. Selanjutnya, sampel dipanaskan untuk menghilangkan alkohol yang digunakan sebagai media dalam proses pencampuran. Serbuk ZrO_2/Al_2O_3 yang sudah kering kemudian dijadikan pellet dengan dikompaksi. Kemudian pellet disinter dengan menggunakan temperature 1400°C.

3.2.3 Karakterisasi Difraksi Sinar X

Pengujian difraksi sinar-x (XRD) digunakan untuk identifikasi fasa pada sampel zirkonia dan alumina sebelum dicampur dan setelah dicampur. Setelah proses pencampuran, kompaksi dan selanjutnya sinter sampel yang terbentuk diuji kembali

menggunakan difraksi sinar-X. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Material dan Metalurgi ITS Surabaya dengan spesifikasi alat yaitu *X-Ray Diffractometer Philips Binary X'Pert PRO, PANalytical*. Pengukuran XRD dilakukan pada sudut 10° - 70° dengan step size $0,0170^{\circ}$ dan menggunakan radiasi Cuka ($\lambda=1,54056 \text{ \AA}$).

Untuk analisis terhadap fasa pola difraksi yang terbentuk menggunakan perangkat lunak *Match!* dan untuk analisis secara kuantitatif menggunakan perangkat lunak *Rietica* dengan metode *Rietveld* yaitu metode penghalusan yang menggunakan pencocokkan pola difraksi terhitung (model) dan pola difraksi terukur (eksperimen) pada data struktur kristal. Kemudian dilakukan proses *refinement* yaitu proses pencocokan pola difraksi terhitung dan terukur dengan mengubah parameter dalam model terhitung.

Pada analisis menggunakan metode penghalusan (*Rietveld*) perlu dipersiapkan data pola difraksi terhitung (model) sesuai dengan fasa-fasa yang teridentifikasi dan data pola difraksi terukur. Prinsip analisis menggunakan metode ini adalah melakukan pencocokan antara data pola difraksi terhitung dan data pola difraksi terukur dengan cara mengubah parameter-parameter yang terdapat pada model data terhitung. Untuk model data terhitung didapatkan dari data *Crystallography Information File (.cif)* yang dapat diakses melalui *Crystallography.net* atau dapat juga melalui data *Inorganic Crystal Structure Database (ICSD)*. Diterimanya hasil analisis *Rietica* dilihat dari beberapa persyaratan yaitu tidak adanya fluktuatif secara signifikan pada kurva berwarna hijau dan terpenuhinya nilai-nilai *Figures-of-Merit (FoM)*. Secara umum, kriteria utama untuk FoM sebagai berikut GoF kurang dari 4%, *R-profile (Rp)*, *R-weighted profile (Rwp)*, dan *R-expected (Rexp)* kurang dari 20%.

3.2.4 Karakterisasi Morfologi

Karakterisasi morfologi dapat dilakukan dengan pengujian menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy/ Energy Dispersive X-Ray (SEM/EDX) Analysis*. Pengujian SEM/EDX dilakukan di Laboratorium Energi ITS. Karakterisasi ini dilakukan untuk mengetahui bentuk morfologi serta sebaran dari masing-masing

elemen penyusun komposit. Pengambilan citra gambar dengan SEM/EDX dilakukan dengan perbesaran 10.000 kali dengan tegangan 10kVolt.

3.2.5 Pengujian Densitas

Pengujian densitas (ρ) pada penelitian ini dilakukan pada semua sampel keramik padat zirkon yang terbentuk. Alat yang digunakan yaitu *Electronic Densimeter BK-DME 300 D* yang memiliki resolusi densitas sebesar $0,001 \text{ g/cm}^3$. Alat ini menggunakan prinsip kerja Archimedes. Berat maksimum dan minimum yang dapat diukur menggunakan alat ini masing-masing yaitu 300 gram dan 0,005 gram.

Untuk mengetahui ukuran yang menyatakan ruang kosong yang terdapat diantara material maka dilakukan pengukuran terhadap porositas sampel. Persamaan yang digunakan untuk menentukan porositas sampel sebagai berikut:

$$\% \text{Porositas} = (1 - \rho_{\text{relatif}}) \times 100\% \quad (1)$$

dimana ρ_{relatif} didapatkan dari perbandingan $\rho_{\text{pengukuran}}$ dengan ρ_{teori} .

3.3 Nomenklatur Sampel

Dari sampel komposit padat yang telah berhasil dibentuk, kemudian dibuatkan tabel nomenklatur sampel komposit padat sebagai berikut.

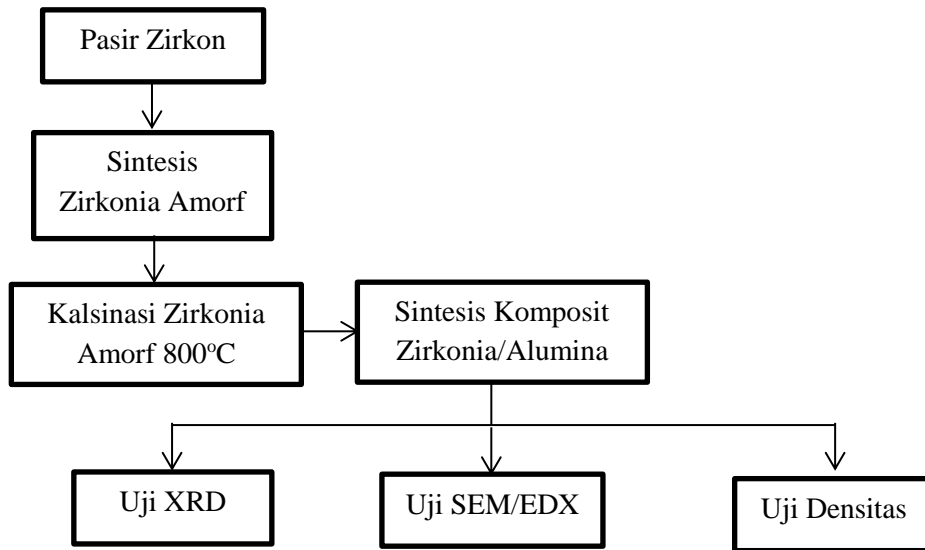
Tabel 3. 1 Nomenklatur sampel komposit.

No	Sampel	Keterangan
1	Z0	Serbuk zirkonia tetragonal awal
2	A0	Serbuk alumina (korundum) awal
3	ZA091	Campuran zirkonia dan alumina yang dicampur dengan menggunakan planetary ball milling dengan komposisi zirkonia 90% dan alumina 10%
4	ZA082	Campuran zirkonia dan alumina yang dicampur dengan menggunakan planetary ball milling dengan komposisi zirkonia 80% dan alumina 20%
5	ZA073	Campuran zirkonia dan alumina yang dicampur dengan menggunakan planetary ball milling dengan komposisi zirkonia 70% dan alumina 30%

6	ZA064	Campuran zirkonia dan alumina yang dicampur dengan menggunakan planetary ball milling dengan komposisi zirkonia 60% dan alumina 40%
7	Z	Zirkonia tetragonal yang dikompaksi dan kemudian disinter pada temperature 1400°C selama 3 jam dengan kelajuan 5°C/menit
8	A	Alumina korundum yang dikompaksi dan kemudian disinter pada temperature 1400°C selama 3 jam dengan kelajuan 5°C/menit
9	ZA91	Campuran zirkonia dan alumina yang dicampur dengan menggunakan planetary ball milling dengan komposisi zirkonia 90% dan alumina 10% yang kemudian dikompaksi dan disinter pada temperature 1400°C selama 3 jam dengan kelajuan 5°C/menit
10	ZA82	Campuran zirkonia dan alumina yang dicampur dengan menggunakan planetary ball milling dengan komposisi zirkonia 80% dan alumina 20% yang kemudian dikompaksi dan disinter pada temperature 1400°C selama 3 jam dengan kelajuan 5°C/menit
11	ZA73	Campuran zirkonia dan alumina yang dicampur dengan menggunakan planetary ball milling dengan komposisi zirkonia 70% dan alumina 30% yang kemudian dikompaksi dan disinter pada temperature 1400°C selama 3 jam dengan kelajuan 5°C/menit
12	ZA64	Campuran zirkonia dan alumina yang dicampur dengan menggunakan planetary ball milling dengan komposisi zirkonia 60% dan alumina 40% yang kemudian dikompaksi dan disinter pada temperature 1400°C selama 3 jam dengan kelajuan 5°C/menit

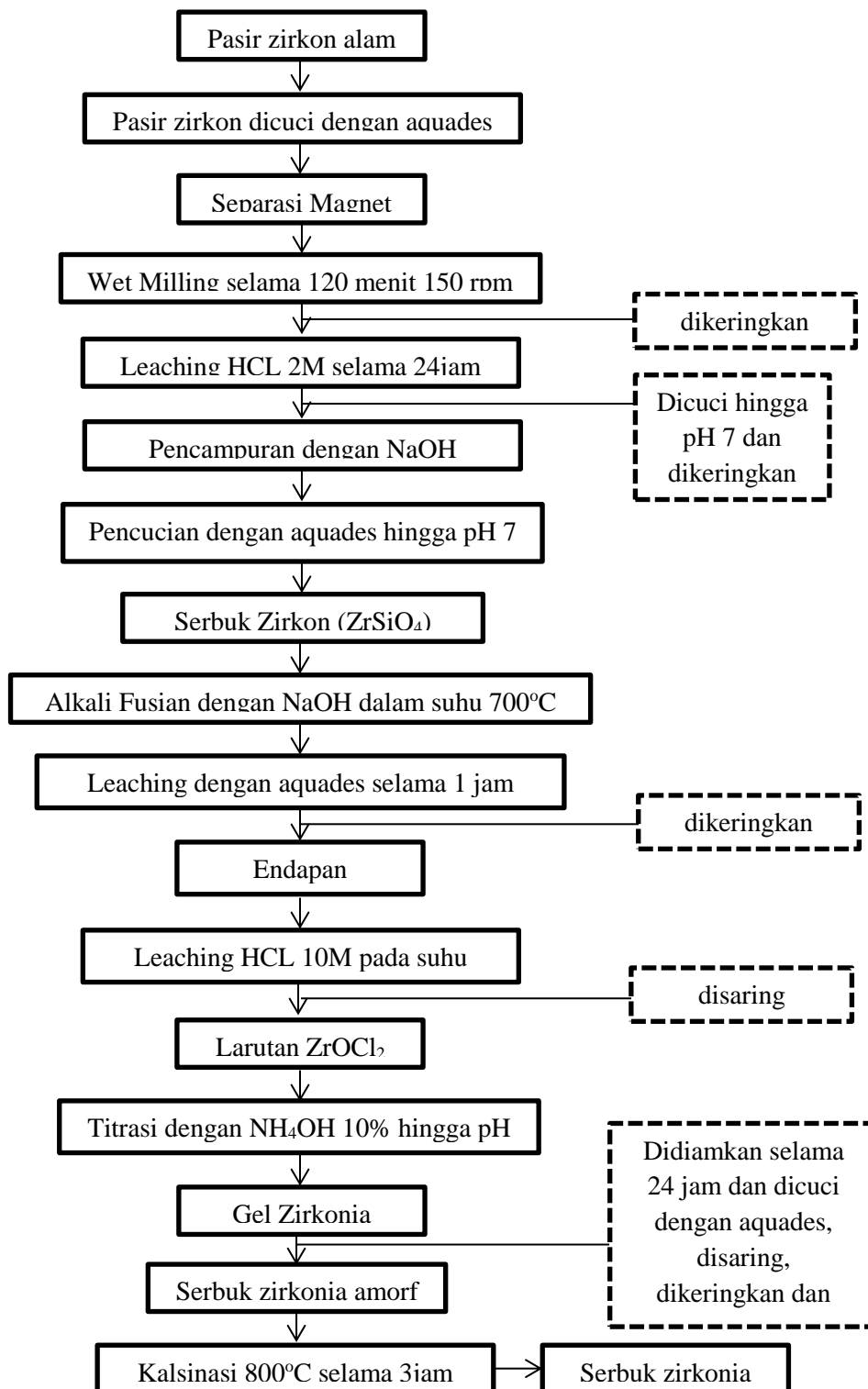
3.4 Diagram alir penelitian

- a. Skema pelaksanaan penelitian secara umum ditunjukkan pada Gambar 3.1.



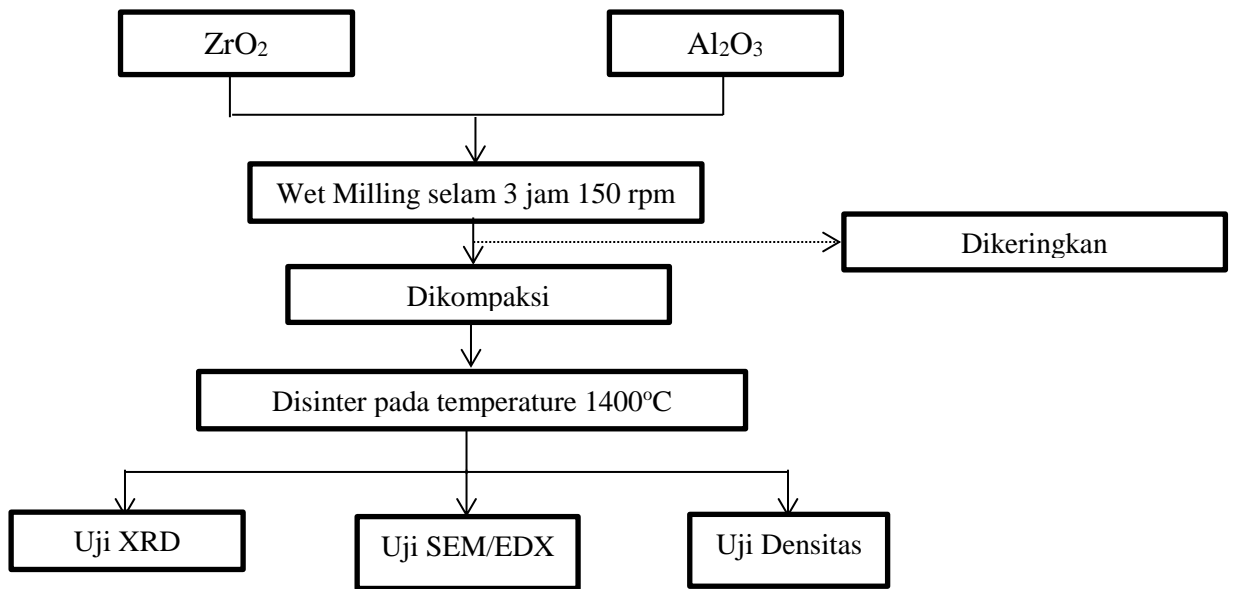
Gambar 3. 1 Skema pembuatan komposit secara umum

b. Skema Pembuatan zirkonia ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3. 2 Skema pembuatan zirkonia

c. Skema Pembuatan komposit ZrO_2/Al_2O_3 ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. 3 Skema pembuatan Komposit

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

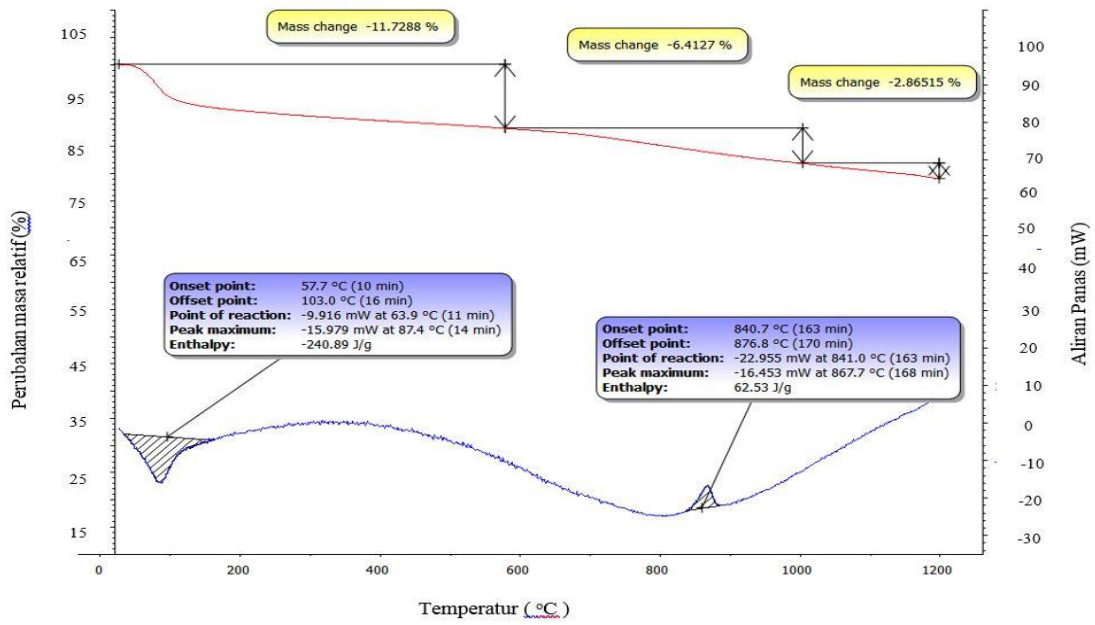
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas sintesis dan karakterisasi komposit $ZrO_2-Al_2O_3$ dengan variasi komposisi ZrO_2 dan Al_2O_3 masing-masing 90:10, 80:20, 70:30, 60:40. Secara garis besar, hasil penelitian yang dipaparkan yaitu data analisis termal, analisis data pengujian struktur menggunakan XRD, morfologi komposit $ZrO_2-Al_2O_3$ dengan SEM/EDX dan kerapatan serta kaitan antara parameter dalam penelitian ini.

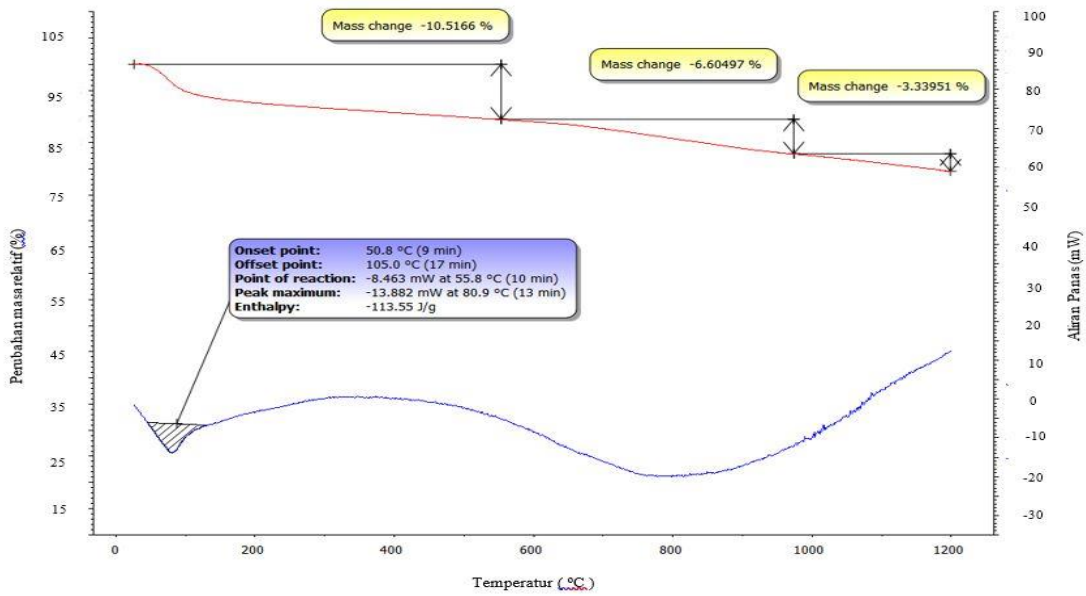
4.1 Analisis Termal

Dalam penelitian ini, material dasar yang digunakan yaitu zirkonia tetragonal dan gamma alumina. Material tersebut memiliki fasa yang tidak stabil saat dilakukan proses sintering pada temperatur tinggi. Untuk mengetahui reaksi yang terjadi selama proses sintering, maka dilakukan pengujian DSC-TGA pada sampel ZA091 dan ZA064. Dua komposisi ini dipilih untuk mewakili komposisi maksimum dan minimum masing-masing komposisi sampel uji. Pengujian DSC (*Differential Scanning Calorimetry*) diperlukan untuk menghitung aliran panas yang diterima atau dikeluarkan oleh sampel selama proses pemanasan. Kurva DSC dapat merepresentasikan aliran panas terhadap pertambahan temperatur.

Berdasarkan Gambar 4.1, pada temperatur $57,7^\circ C$ hingga $103^\circ C$ terdapat puncak ke bawah yang dapat merepresentasikan terjadinya proses endoterm pada sampel. Proses endoterm tersebut diindikasikan karena adanya proses penguapan H_2O akibat pemanasan. Saat temperature $840,7^\circ C$ hingga $876,8^\circ C$ terjadi reaksi eksoterm dimana pada temperature tersebut dimungkinkan terjadinya proses pembentukan kembali fasa zirkon. Pembentukan fasa tetragonal zirkonia terjadi pada temperature $800^\circ C$, saat zirkonia amorf dipanaskan pada temperature itu (Nadliriyah, 2018). Sementara pada ZA064 hanya teramati adanya penguapan air pada sampel. Air yang ada pada sampel diduga berasal dari sisa saat pengeringan sampel.



(a)



(b)

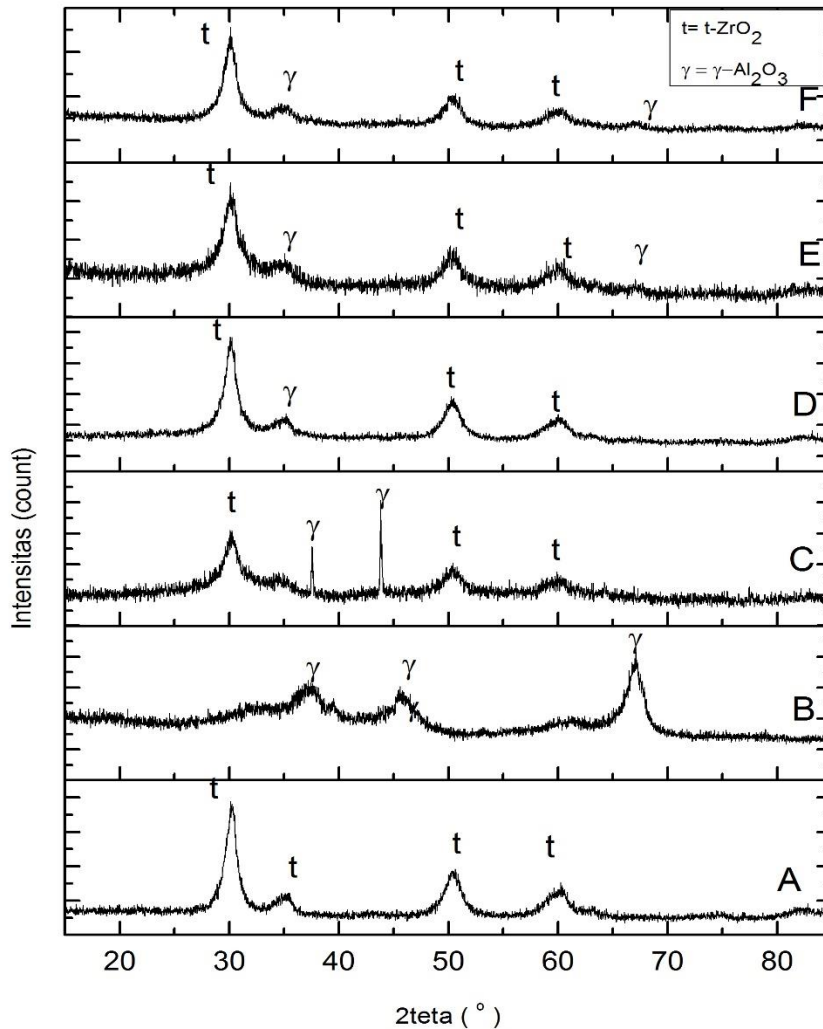
Gambar 4. 1 kurva TGA-DSC (a) sampel ZA091 (b) sampel ZA064

4.2 Analisis Pola Difraksi Komposit $ZrO_2-Al_2O_3$

Pada penelitian ini bahan dasar yang digunakan adalah zirkonia tetragonal dan alumina. Zirkonia diperoleh dari sintesis pasir zirkon alam, sedangkan alumina diperoleh dari bahan komersil bermerk “merck” dengan fasa gamma. Pasir zirkon alam yang digunakan berasal dari daerah Kerengpangi Palangkaraya Kalimantan Tengah. Proses pembuatan zirkonia tetragonal dari pasir zirkon alam secara detail dapat dilihat pada penelitian Nadliriyah tahun 2018.

Zirkonia tetragonal yang terbentuk dari pemurnian pasir puya kemudian dicampur dengan alumina untuk membentuk komposit. Komposisi berat Al_2O_3 dan ZrO_2 yang digunakan masing-masing 10:90, 20:80, 30:70, 40:60. Pencampuran dilakukan menggunakan planetary ball milling dengan kecepatan 150rpm selama 3 jam. Media pencampuran yang digunakan yaitu alkohol. Setelah pencampuran, dilakukan uji XRD pada serbuk yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Serbuk hasil pencampuran ZrO_2 dan Al_2O_3 (serbuk ZA) dikompaksi dengan penahanan selama 2menit. Setelah dikompaksi, padatan yang terbentuk kemudian disinter pada temperatur $1400^{\circ}C$ selama 3 jam dengan laju pemanasan $5^{\circ}C/menit$. Proses kompaksi dan sinter dilakukan untuk meningkatkan kontak antar permukaan dari material penyusun. Komposit tersebut diuji dengan menggunakan XRD untuk mengetahui fasa yang terbentuk. Hasil pengujian XRD pada komposit yang telah disinter dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Pola difraksi campuran (A) Z0 (B) A0 (C) ZA091 (D) ZA082 (E) ZA073 (F) ZA064

Keterangan: t = zirkonia tetragonal, γ = gamma alumina

Dari pola difraksi diatas, fasa yang terbentuk pada pencampuran *wet milling* serbuk ZrO₂ dan Al₂O₃ dapat dianalisis menggunakan perangkat lunak *rietica* dengan metode penghalusan *Rietveld (Ritveld Refinement)*. Sebelum dilakukan analisis,

terlebih dahulu membuat pemodelan fasa yang terjadi melalui aplikasi *Match!** yang kemudian dilakukan pencocokan data.

Untuk informasi kecocokan, secara umum nilai GoF yang diperoleh dari analisis kuantitatif dengan rietica kurang dari 4% sedangkan parameter kecocokan yang lain seperti R-profile (Rp), R-weight profile (Rwp), R-expected (Rexp) kurang dari 20%, sehingga data hasil pengolahan dengan perangkat lunak rietica bisa diterima. Dari hasil pencocokan menggunakan perangkat lunak Rietica, diperoleh nilai GoF, Rp, Rwp dan Rexp sbagai berikut

Tabel 4. 1 Analisis Pola XRD dengan Menggunakan Perangkat Lunak Rietica

Sampel	GoF	Rp	Rwp	Rexp
Z	2,3	10,8	14,3	6,7
A	3,6	10,4	14,9	6,4
ZA091	4,1	10,8	13,8	6,7
ZA082	3,9	11,7	12,9	7,1
ZA073	3,7	13,8	15,6	7,4
ZA064	3,4	12,0	14,2	7,3

Tabel 4. 2 Komposisi Fasa Campuran ZrO₂ dan Al₂O₃ Dengan Analisis Rietica

Nama Sampel	Fasa	Komposisi (wt%)	Parameter Kisi	Volume Sel
Z0	t-ZrO ₂	100	a = b = 3,5932(36) c = 5,1782(53)	66,8582(23)
A0	γ -Al ₂ O ₃	100	a = b = c = 7,8874 (35)	490,609 (29)
ZA091	t-ZrO ₂	89,74 (36)	a = b = 3,5932(36) c = 5,1782(53)	65,9432(91)
	γ -Al ₂ O ₃	10,25(73)	a = b = c = 7,8874 (35)	489,701 (76)
ZA082	t-ZrO ₂	77,74 (94)	a = b = 3,5932(36) c = 5,1782(53)	66,7381 (64)

	γ -Al ₂ O ₃	23,25(64)	a = b = c = 7,8874 (35)	491,509 (73)
ZA073	t-ZrO ₂	71,74 (39)	a = b = 3,5932(36) c = 5,1782(53)	69,4371 (39)
	γ -Al ₂ O ₃	29,25(81)	a = b = c = 7,8874 (35)	490,183 (51)
ZA064	t-ZrO ₂	78,74 (27)	a = b = 3,5932(36) c = 5,1782(53)	66,6198 (18)
	γ -Al ₂ O ₃	31,25(76)	a = b = c = 7,8874 (35)	490,1765 (32)

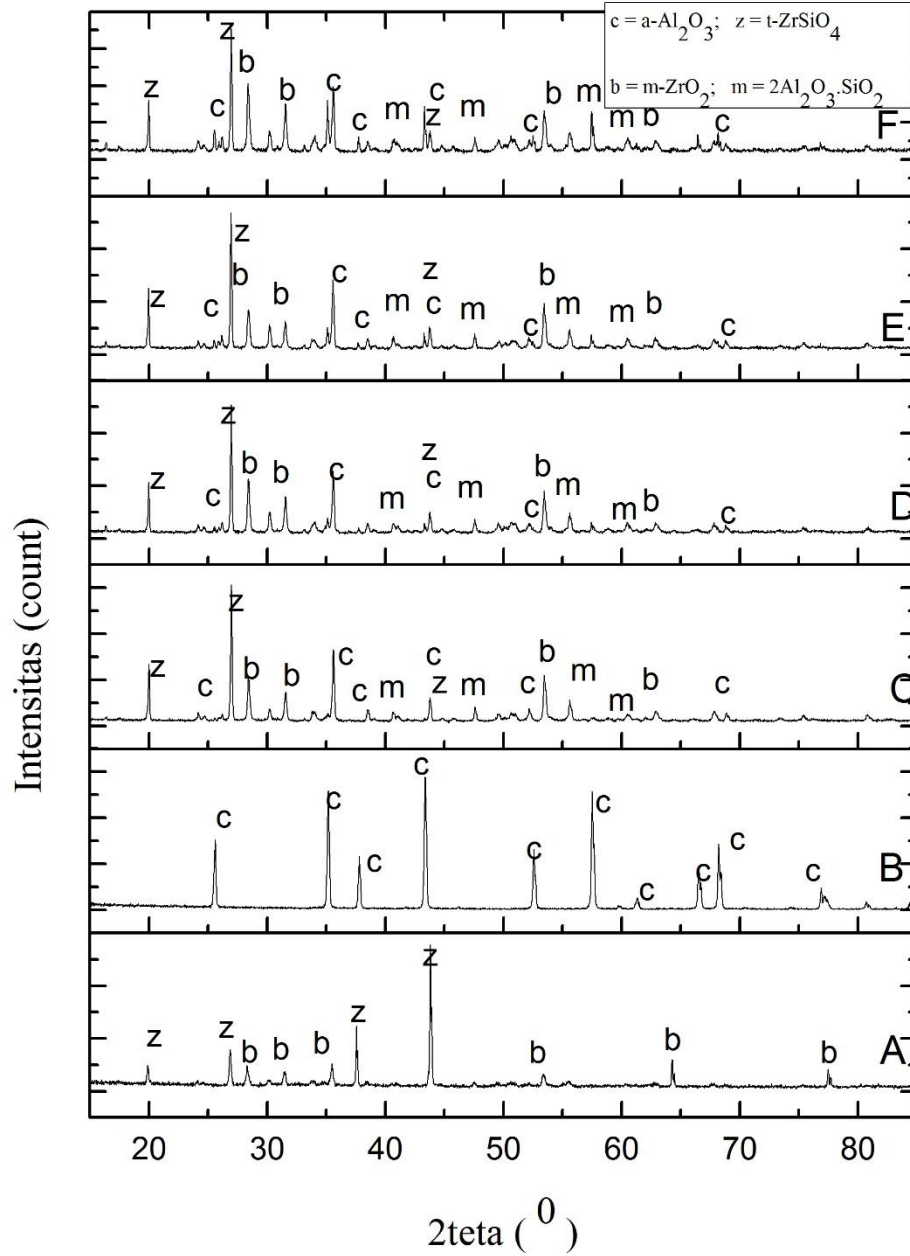
Keterangan:

t- ZrO₂ : fasa zirkonia tetragonal

γ -Al₂O₃: fasa γ -Al₂O₃

Dari pola difraksi yang terbentuk dari hasil pencampuran ZrO₂ dan Al₂O₃ dapat dilihat bahwa terbentuk fasa zirkonia tetragonal dan gamma alumina. Fasa dan struktur masing-masing komponen masih teridentifikasi sendiri-sendiri dan tidak timbul fasa baru dari pencampuran keduanya. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk zirkonia dan alumina tidak mengalami reaksi kimia selama pencampuran.

Namun, setelah dilakukan kompaksi dan sintering, fasa zirkon muncul kembali dan zirkonia yang semula berstruktur tetragonal berubah menjadi monoklinik sedangkan fasa pada alumina tetap korundum. Hal ini dapat terlihat dari proses pencocokan puncak difraksi dengan menggunakan perangkat lunak *Match!** pada Gambar 4.3



Gambar 4. 3 Pola difraksi komposit pada sampel (A) Z (B) A (c) ZA91 (D) ZA82 (E) ZA73 (F) ZA64

Keterangan z = zirkon, b = zirkonia monoklinik, c = korundum, m = mullite

Berdasarkan pola difraksi diatas, dapat dilakukan analisis secara kuantitatif dengan menggunakan perangkat lunak “*Rietica*” untuk mengetahui perbandingan persentase berat dari masing-masing fasa yang terbentuk.

Tabel 4. 3 Analisis Kuantitatif Persen Berat Masing-masing Fasa pada Pola Difraksi sampel yang telah dikompaksi dan disinter

Sampel	Fasa	Komposisi Berat (%)
Z	Zirkonia monoklinik	41,37
	Zirkon	58,63
A	Alumina (korundum)	100
ZA91	Zirkonia monoklinik	32,91
	Alumina	6,51
	Zirkon	45,31
	Mullite	15,27
ZA82	Zirkonia monoklinik	32,54
	Alumina	9,24
	Zirkon	43,21
	Mullite	15,01
ZA73	Zirkonia monoklinik	31,78
	Alumina	9,76
	Zirkon	36,53
	Mullite	21,93
ZA64	Zirkonia monoklinik	27,8
	Alumina	11,76
	Zirkon	33,91
	Mullite	26,53

Berdasarkan hasil kuantitatif data XRD dengan menggunakan perangkat lunak *Rietica*, dapat diketahui bahwa pada komposit terbentuk fasa zirkon dan fasa mullite yang jumlahnya relatif banyak. Transformasi fasa pada zirkonia sebagai fungsi temperatur juga diamati oleh beberapa peneliti: transformasi $\alpha\text{-ZrO}_2 \rightarrow \text{t-ZrO}_2$ pada temperatur 800°C [Handoko, 2016; Nadliriyah 2018], $\text{t-ZrO}_2 \rightarrow \text{m-ZrO}_2$ pada temperatur pemanasan di atas 1000°C,[Nadliriyah,2018; Musyarofah, 2019]. Fasa

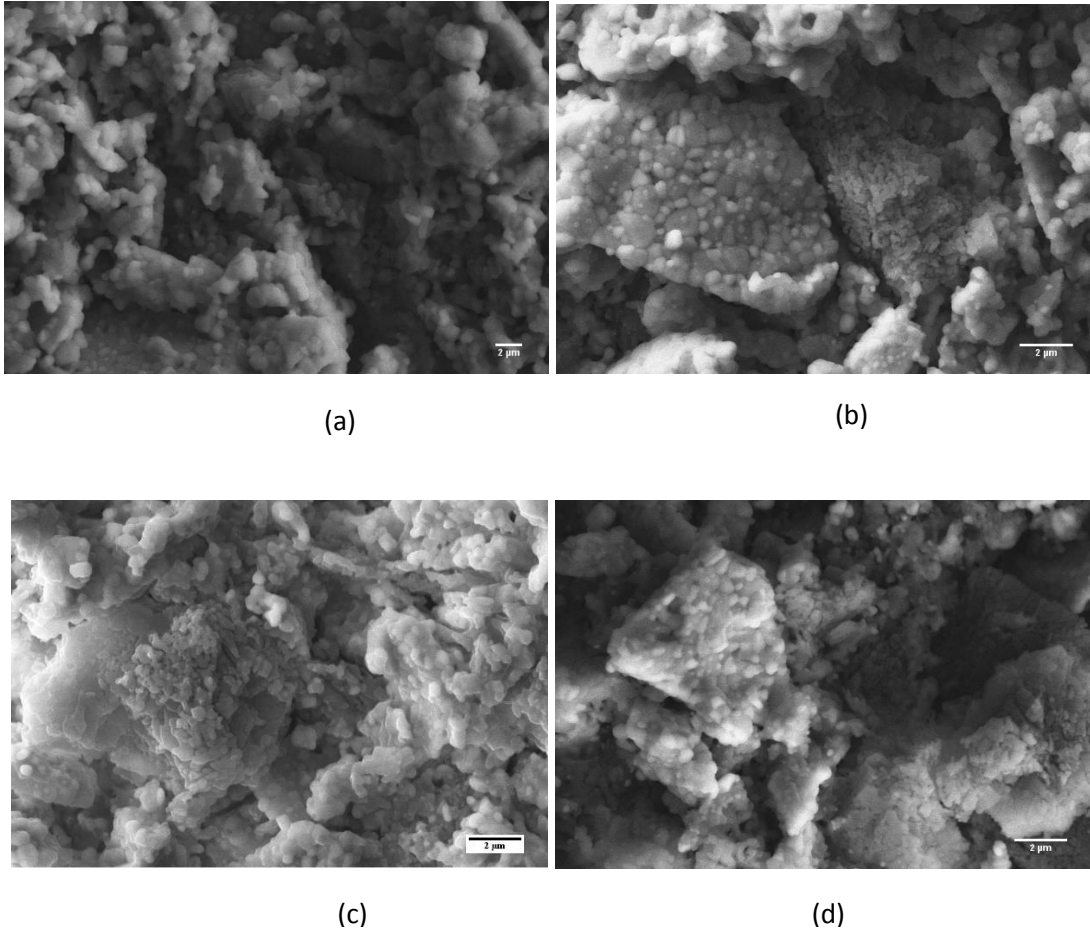
Zirkon ($ZrSiO_4$) terbentuk di atas temperatur pemanasan $1200^\circ C$ teramati mullite terbentuk saat sintering $ZrO_2-Al_2O_3$ pada suhu di atas $1200^\circ C$.

Tabel 4. 4 Analisis Ukuran Kristal dengan Menggunakan Perangkat Lunak MAUD

Sampel	Fasa	Ukuran Kristal(nm)
Z	Monoklinik	96,89
	Zirkon	97,55
A	Korundum	346,9
	Monoklinik	98,73
ZA91	Zirkon	88,51
	Korundum	300,7
	Mullite	92,97
ZA82	Monoklinik	97,53
	Zirkon	88,89
	Korundum	321,18
	Mullite	93,47
ZA73	Monoklinik	98,43
	Zirkon	89,14
	Korundum	322,31
	Mullite	93,17
ZA64	Monoklinik	96,73
	Zirkon	90,15
	Korundum	322,64
	Mullite	93,65

4.3 Mikrostruktur

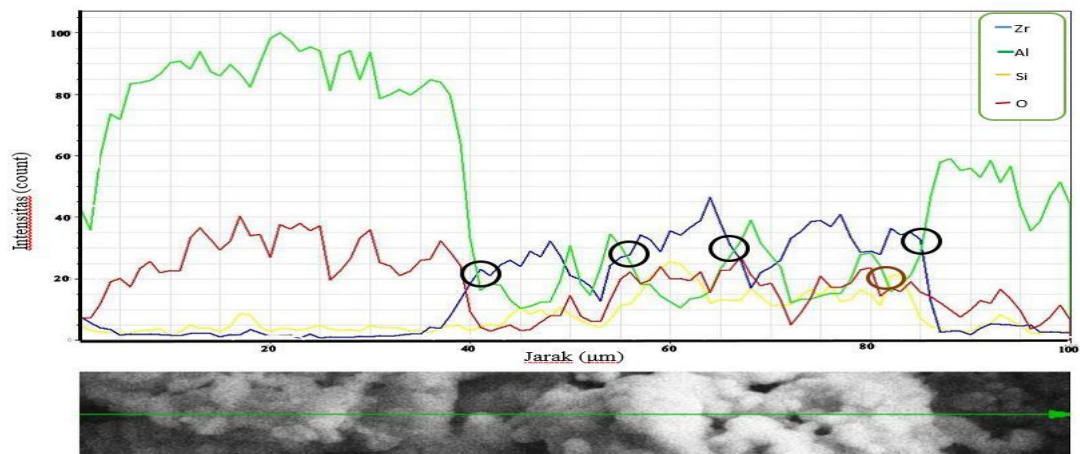
Bentuk morfologi dari masing-masing komposit dikarakterisasi menggunakan SEM. Berdasar Gambar 4.4 terlihat secara umum ada butir butir halus yang diduga zirkonia merupakan senyawa yang terdiri dari elemen Zr dan O, sementara butir yang besar menunjukkan alumina yang terdiri dari elemen Al dan O. Identifikasi ini dikuatkan dengan analisis unsur menggunakan elektron dispersif x ray pada *line scan*, sebagaimana terlihat dalam Gambar 4.5.



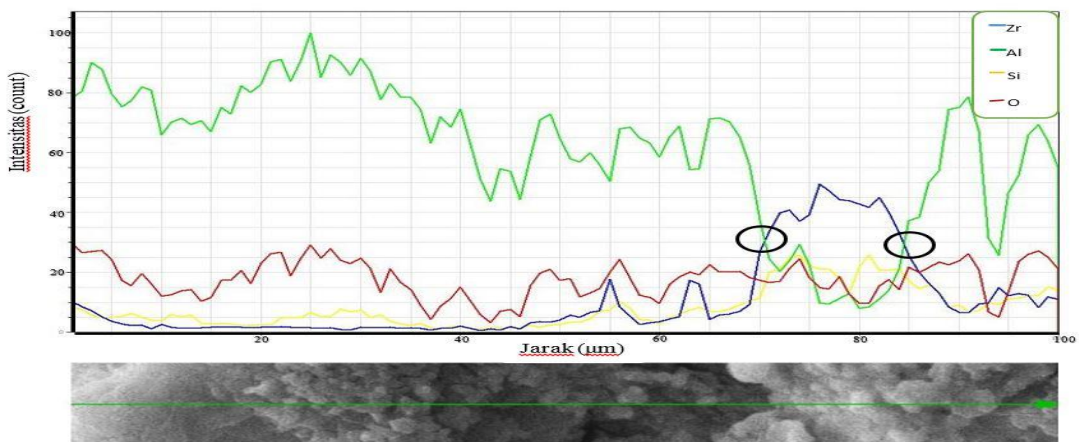
Gambar 4. 4 Hasil citra SEM pada sampel (a) ZA91 (b) ZA82 (c) ZA73 (d) ZA64

Hasil pengujian *line scan* SEM/EDX terlihat pada Gambar 4.5. Gambar tersebut menunjukkan sebaran elemen elemen Zr, Si, Al dan O. Kurva yang berwarna hijau menunjukkan unsur Al, warna biru dan kuning berturut-turut menunjukkan unsur unsur Zr dan Si, sedangkan warna merah menunjukkan unsur O. Berdasar analisis sebaran unsur dapat diamati bahwa unsur Al dengan cacah yang tinggi menunjukkan senyawa Al_2O_3 , semntara ZrO_2 ditandai dengan daerah yang cacah unsur Zrnya tinggi. Selain itu unsur Si dengan cacah rata rata di atas atau sekitar 10 cacah berada disekitar garis perpotongan antara unsur Al dan Zr. Bulatan hitam pada gambar menunjukkan adanya perpotongan antara garis biru dan garis hijau, dimana garis tersebut merupakan elemen Zr dan Al. Jika dilihat lebih detail tampak bahwa jumlah

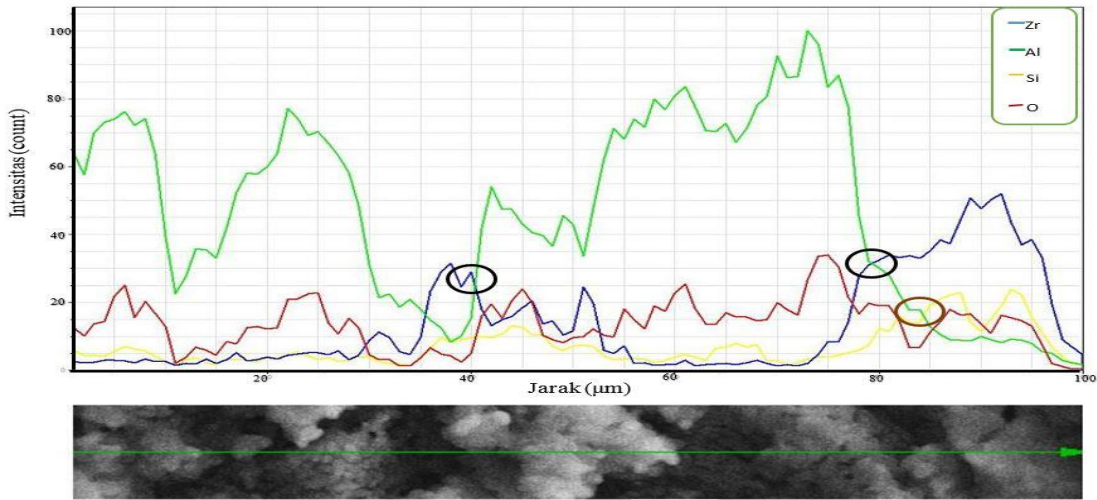
perpotongan kurva antara unsur Zr/Al ada 2 titik untuk sampel ZA91, ZA82 dan ZA73, sementara pada sampel ZA64 terdapat 4 titik. Dengan asumsi bahwa jumlah cacah lebih dari 5 menggambarkan keberadaan unsur dalam posisi tertentu, maka dapat dikatakan bahwa terjadi proses difusi pada titik potong antara kedua elemen tersebut. Selain perpotongan antara unsur Al dan Zr, teramati juga perpotongan antara Zr dan Si. Adanya perpotongan tersebut mengindikasikan terbentuknya $ZrSiO_4$ pada sampel. Sementara unsur Si juga berada di sekitar titik perpotongan antara Zr dan Al. Distribusi unsur ini direkam pada semua sampel yang disinter pada temperatur $1400^{\circ}C$.



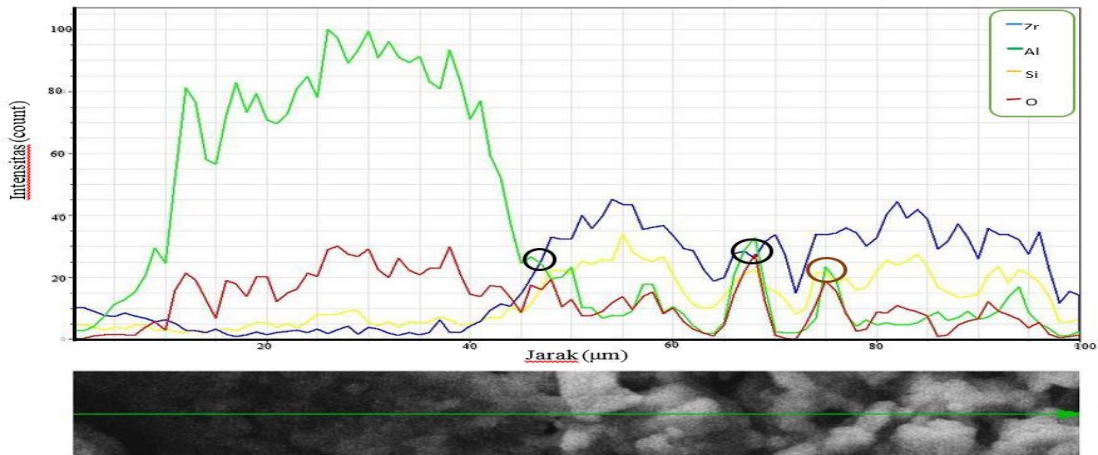
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. 5 Analisis Elemen Morfologi *Line Scan* SEM-EDX sepanjang garis kuning pada sampel (a) ZA64 (b) ZA73 (c) ZA82 (d) ZA91

Selain karakterisasi fasa menggunakan XRD dan mikrostruktur menggunakan SEM/EDX, sampel yang telah disintering diukur densitasnya menggunakan alat *Electronic Densimeter BK-DME 300D*. Prinsip kerja alat ini menggunakan prinsip Archimedes. Hasil pengukuran dari densitas dapat dilihat pada Tabel 4.5. Berdasarkan data hasil pengukuran densitas diketahui bahwa semakin besar kandungan ZrO_2 dalam komposit, maka semakin besar densitasnya. Hal ini disebabkan ukuran butir ZrO_2 lebih kecil dibandingkan dengan ukuran butir dari Al_2O_3 .

Pengujian densitas komposit menggunakan alat *Electronic Densimeter BK-DME 300D*. Prinsip kerja alat ini menggunakan prinsip Archimedes. Hasil pengukuran dari densitas dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Densitas Komposit

No	Jenis Sampel	Densitas (g/cm ³)	Porositas (%)
1	Z	4.5597	16,251
2	A	3.2653	16,764
3	ZA91	4.4057	10,386
4	ZA82	4.1943	21,549
5	ZA73	4.0770	21,994
6	ZA64	3.7923	28,392

Berdasarkan data hasil densitas diketahui bahwa semakin besar kandungan Al₂O₃ dalam komposit, maka semakin turun densitasnya.

4.4 Diskusi

Penelitian tentang analisis struktur dan densitas komposit ZrO₂-Al₂O₃ dengan metode metalurgi serbuk ini menggunakan bahan dasar berupa t-ZrO₂ atau zirkonia tetragonal dan γ -Al₂O₃ atau gamma alumina. Material t-ZrO₂ diperoleh dari proses sintesis pasir puya yang berasal dari daerah Karengpangi Palangkaraya Kalimantan Tengah, sedangkan γ -Al₂O₃ diperoleh dari bahan komersial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi γ -Al₂O₃ terhadap pembentukan fasa, struktur mikro dan densitas komposit yang diaplikasikan pada bidang biomaterial.

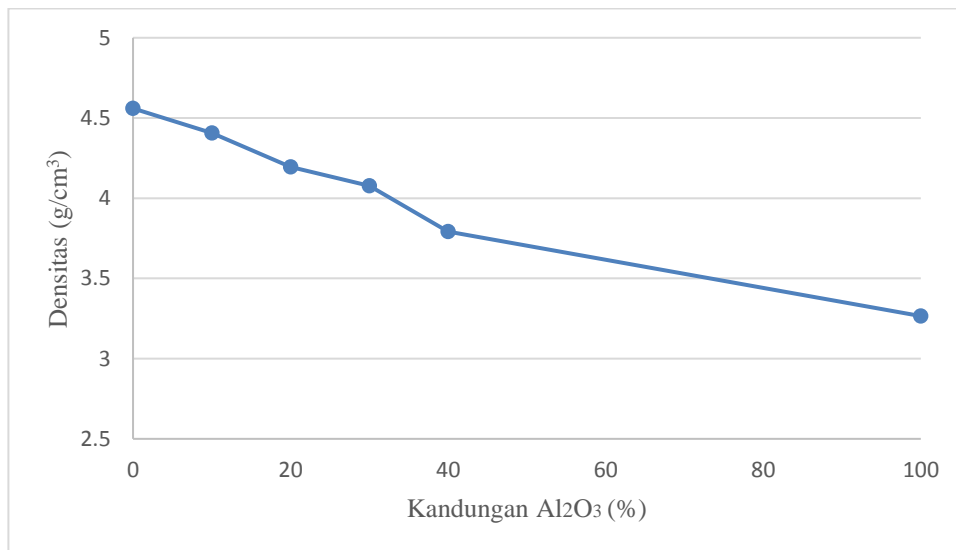
Data penganalisis termal dilakukan hingga temperatur 1200°C, sementara sintering pada temperature 1400°C. Secara langsung tidak berhubungan, akan tetapi pengetahuan karaktertermal hingga tempratur 1200oC tetap diperlukan, mengingat bahan dasar yang dipakai Zirkonia dari bahan pasir zirkon alam. Telah diketahui bahwa dalam perlakuan panas pembentukan Zirkon dan Zirkonia dari elemen dasar pasir

Zirkon alam mengalami transformasi fasa. Pembuatan Zirkonia (ZrO_2) dari pasir Zirkon ($ZrSiO_4$) dengan metode alkali fusion dihasilkan α - ZrO_2 , setelah dikalsinasi akan terbentuk t- ZrO_2 pada $800^\circ C$ [Handoko,2016; Nadliriyah, 2018], m- ZrO_2 pada $1100^\circ C$ [Hardiyanto,2016; Musyarofah, 2019], selain itu pemeriksaan menggunakan SEM/EDX t- ZrO_2 yang sudah menggunakan fasa murni berdasar data XRD masih terdeteksi unsur SiO_2 dalam t- ZrO_2 nya. Sintering pada temperatur $1400^\circ C$ dilakukan untuk mendapatkan fasa fasa yang berfungsi sebagai binder antar elemen komposit atau sebagai pemicu adanya interface antara pengisi dan matriks. Pembentukan fasa yang cukup kompleks pada sintesis komposit system ZrO_2/Al_2O_3 juga telah dilaporkan Asrafi, 2015.

Pola difraksi sinar-X dari pencampuran serbuk Z0 dan A0 dengan komposisi tertentu menjadi ZA91, ZA82, ZA73 dan ZA64 menggunakan planetary ball milling telah dilakukan. Berdasarkan pola difraksi tersebut terlihat bahwa tidak ada fasa baru yang terbentuk setelah proses pencampuran. Ini menunjukkan bahwa proses pencampuran tidak membentuk komposit. Setelah serbuk hasil pencampuran dikompaksi dan disinter pada temperature $1400^\circ C$ selama 3 jam terbentuklah komposit. Pola difraksi yang terbentuk dari komposit tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.3. Berdasarkan gambar tersebut, dapat diketahui bahwa saat proses sintering terjadi perubahan fasa pada zirkonia yang semula tetragonal menjadi monoklinik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nadliriyah, 2018, dimana zirkonia dapat berubah fasa menjadi monoklinik ketika dipanaskan pada temperature $1200^\circ C$. Selain terbentuk fasa zirkonia monoklinik, terbentuk pula fasa zirkon. Pada semua variasi komposisi sampel system ZrO_2/Al_2O_3 fasa fasa yang teridentifikasi adalah m- ZrO_2 , $ZrSiO_4$ (Zirkon), $3 Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2$ (Mullit), α - Al_2O_3 (korundum). Ini berarti telah terjadi tidak hanya tranformasi fasa, tetapi juga pembentukan fasa baru mullit. Hal ini disebabkan oleh proses dekomposisi akibat proses pemanasan. Dalam pemurnian Zirkonia dari pasir Zirkon alam masih ada sejumlah kecil Silika yang ada dalam Zirkonia. Saat disinter silika terdekomposisi dan membentuk Zirkon dan mullit. Pada saat Zirkonia dicampur dengan Alumina disinter pada $1400^\circ C$ akan terbentuk Zirkon dan Mullit. Berdasar

energi bebas Gibb's pembentukan, energi untuk pembentukan Mullit lebih negatif dibanding Zirkon. Fasa fasa yang timbul sesuai dengan hasil penelitian dari Asrafi, 2015.

Pembahasan fasa fasa terbentuk setelah sintering menggunakan XRD telah ditunjukkan dalam Gambar 4.3. Fasa fasa ini juga dapat dijelaskan menggunakan gambar struktur mikro menggunakan SEM/EDX. Butir butir besar dalam gambar SEM menunjukkan fasa Al_2O_3 , sedangkan butir butir halus merepresentasikan ZrO_2 . Hal ini bisa dilihat dalam citra line scan EDXnya sebagaimana yang dijelaskan di atas. Profile unsur unsur dalam Gambar 4.5 menunjukkan bagaimana mekanisme pembentukan fasa itu terjadi. Terdapat titik potong diantara profie elemen Zr dan Al dan di sekitar titik potong terdapat sejumlah unsur Si. Titik potong yang menyatakan fennomena difusi teramati secara jelas. Keberadaan Si di sekitar interfafe Zr/Al, menjadikan Si dalam silika bereaksi membentuk Zirkon dengan Zirkonia, dan mebentuk mullit dengan alumina. Pembentukan Zirkon dan Mullit setelah sintering bisa jadi akan berakibat pada densitas ari komposit yang terbentuk. Kehadiran *interface* dan fasa fasa lain yang terbentuk ini menandakan bahwa sistem $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ yang dibuat adalah komposit. Hasil pengukuran densitas juga menunjukkan bahwa densitas terukursistem komposit nilainya berada di antara nilai densitas elemen penyusun kompositnya.



Gambar 4. 6 Grafik pengaruh penambahan kandungan Al_2O_3 terhadap densitas komposit

Berdasarkan Gambar 4.6, diketahui bahwa banyaknya kandungan alumina dalam komposit dapat menurunkan densitas dari padatan yang terbentuk. Hal ini dikarenakan ukuran kristal zirkonia yang jauh lebih besar dibandingkan dengan fasa zirkonia, sehingga saat disinter pertumbuhan butir zirkonia dapat mengisi kekosongan (porositas) yang menyebabkan densitas meningkat. Hal ini seperti yang dinyatakan oleh MJ Abden 2015, saat komposisi 60:40 porositas yang terbentuk ~2%. Sedangkan pada penelitian ini, saat komposisi 60:40 porositas yang terbentuk ~28,392%. Perbedaan yang jauh ini dikarenakan karena adanya perbedaan temperature sinter dimana pada penelitian ini menggunakan 1400°C sedangkan pada penelitian MJ Abden dkk menggunakan temperatur 1650°C.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Proses sintering komposit ZrO_2/Al_2O_3 pada temperature $1400^\circ C$ menyebabkan transformasi fasa: $t-ZrO_2$ ke $m-ZrO_2$ dan $\gamma-Al_2O_3$ ke $\alpha-Al_2O_3$. Fasa baru $ZrSiO_4$ dan $3 Al_2O_3 \cdot 2 SiO_2$ terbentuk karena adanya dekomposisi ketidakmurnian bahan dasar zirkonia yang digunakan masih mengandung SiO_2 .
2. Difusi antar elemen utama Zr dan Al terjadi pada batas butir dan membentuk interface di antara ZrO_2 dan Al_2O_3 yang mengindikasikan kuat terbentuknya komposit ZrO_2/Al_2O_3 .
3. Kandungan Al_2O_3 dapat memperngaruhi nilai densitas komposit, semakin banyak kandungan Al_2O_3 , semakin rendah densitas komposit.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian tentang sinteis komposit ZrO_2/Al_2O_3 yang telah dilakukan, disarankan untuk penelitian selanjutnya dilakukan hal berikut:

1. Digunakan Al_2O_3 dari bahan alam sebagai bahan dasar dalam pembuatan komposit ZrO_2/Al_2O_3
2. Dilakukan analisis sifat mekanik dan termomekanik pada komposit ZrO_2/Al_2O_3
3. Sintesis komposit ZrO_2/Al_2O_3 dengan bahan dasar yang memiliki ukuran kristal hampir sama.
4. Digunakan agen sinter agar dapat meningkatkan densitas dari komposit ZrO_2/Al_2O_3 .

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Abden, M.J., dkk. 2015. "Correlating among composition , microstructure and mechanical properties of $ZrO_2(Y_2O_3)/Al_2O_3$ composite ceramics". *International Journal Engineering Inovation* Vol 6. Nos 2/3.
- Ashrofi, H. Emadi, R., *Foroushani M.R.*, 2015. "Synthesis and Characterization of mullite-zirconia nanostructure composite by combine mechanical activation and reaction sintering". *Advance Powder Technology*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appt.2015.08.001>
- Agarwal, Bhagwan D., Broutman, Lawrence J. , Chandrashekhara, K. 2006. "Analysis And Performance of Fiber Composites". *John Wiley & Sons*, New Delhi India
- Fleming, J. T., Curran, J. D., Hampshire, S., and Towler, M.R 2000. "Mechanical properties of hydroxyapatite–zirconia compacts sintered by two different sintering methods". *John Wiley & Sons*
- Grupp, R., M. Nöthe, B. Kieback, dan J. Banhart. 2011. "Cooperative Material Transport during the Early Stage of Sintering." *Nature Communications* 2 (1): 298. <https://doi.org/10.1038/ncomms1300>.
- Handoko, Wahyu Dwi. 2016. Sintesis Serbuk Dan Keramik Padat Forsterit Berbahan Dasar Kuarsa Alam Dan Magnesita Sintetik Dengan Metode Aktivasi Mekanik. *Tugas Akhir Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember*
- Hardiyanto, D.W. 2018. "Perilaku korosi Stainless steel 304 Terlapis Komposit PANi- ZrO_2 Dengan Variasi Fase ZrO_2 ". *Tugas Akhir Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember*
- Kurapova, O.Y., dan Konakov, V.G. 2014. *Phase Evolution In Zirconia Based Systems*. Rev. Adv. Mater. Sci., vol.36, hal. 177-190.
- Ling, Liu., Zuang Ma., Yan, Zhenyu., Gao Lihong. 2015. " The ZrO_2 Formation in ZrB_2/SiC Compositated Irradiated by Laser". *Materials* 8(12):8745-8750.
- Lisdawati, A. N., Triwikantoro. 2015. "Pengaruh Variasi Suhu dan Waktu Kalsinasi Pada Pembentukan Fasa ZrO_2 ". *Tesis Jurusan Fisika, Fakultas MIPA. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*
- Musyarofah, Musyarofah. 2019. *Studi Struktur, Sifat Mekanik, Dan Sifat Termal High-Density Zircon Ceramics*. Departemen Fisika Fakultas Sains Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nadliriyah, N. Triwikantoro. 2018. "Analisis Sifat Korosi SS304 Terlapis Komposit PANi/ SrO_2 Dengan Variasi Struktur ZrO_2 Dalam Larutan Salinitas Tinggi

- NaCl 3,5%”. *Tesis Jurusan Fisika*, Fakustas Sains. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Nuryadin, A., Triwikantoro. 2015. “Sintesis ZrO_2 dari Pasir Zirkon Alam Kereng Pangli Dengan Metode Alkali Fusion-Kopresipitasi”. *Tesis Jurusan Fisika*, Fakultas MIPA. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Ruys, A. 2019. “Alumina Ceramics. Biomedical and Clinical Applications”. *Woodhead Publishing Series in Biomaterials*, Pages 1-37.
- Sulistyo, S. 2019. “Dampak Proses Sintering Material Keramik pada Sifat Mekanik dan Dimensi Suatu Produk.” *ROTASI* 20 (4): 244. <https://doi.org/10.14710/rotasi.20.4.244-248>
- Suprpto, I Wayan Lega, Ketut Suarsana, dan Nitya Santhiarsa. 2017. “Efek Komposisi Dan Perlakuan Sintering Pada Komposit Al/(SiCw+Al₂O₃) Terhadap Sifat Fisik Dan Keausan.” *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan* 1 (1). <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v1i1.423>.
- Wang, C., Zinkevich, M., dan Aldinger, F. 2004. “On The Thermodynamic Modelling of The Zr-O System”. *Calphad*, vol. 28, hal. 281-292.
- Wardani, D., Pratapa S., 2014. “Identifikasi Fasa pada Alumina dengan metode Logam Terlarut Asam”. *Jurnal Sains and Seni Pomits* Vol. 3

BIODATA PENULIS



Umi Maslakah yang biasa dipanggil dengan Umi merupakan anak keempat dari lima bersaudara yang lahir di Bojonegoro pada 07 Juni 1992. Semasa kecil penulis menempuh pendidikan formal antara lain di SDN Ngeper 02, SMPN 1 Padangan, SMA Negeri 1 Cepu dan S1 Fisika ITS. Dari tahun 2018 penulis menempuh pendidikan Magister di Jurusan Fisika FMIPA bidang Fiska Material Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Semasa kuliah penulis pernah menjadi asisten dosen Fisika Dasar 1 dan 2, asisten laboratorium Fisika Dasar. Penulis pernah mengikuti publikasi artikel dalam seminar “*International Conference of Biology and Applied Science*” dengan tema *Biodiversity and Environment in Air: Issue, Paradigm, and Reality* di Hotel Montana Malang. Penulis berharap karya ini bisa bermanfaat bagi orang lain dan diri sendiri sebagai sarana pengembangan diri. Kritik dan saran dapat dikirimkan ke email umimaslakah30@gmail.com.