



TUGAS AKHIR – SF 184801

**OPTIMASI SINTESIS SERBUK ZIRKON ($ZrSiO_4$)
MELALUI VARIASI RASIO MASSA PASIR ZIRKON
TERHADAP MOLARITAS HCl**

**UMI HANIFAH
NRP. 0111164000021**

**Dosen Pembimbing
Prof. Suminar Pratapa, Ph.D.**

**Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020**



TUGAS AKHIR – SF 184801

**OPTIMASI SINTESIS SERBUK ZIRKON ($ZrSiO_4$)
MELALUI VARIASI RASIO MASSA PASIR ZIRKON
TERHADAP MOLARITAS HCl**

**UMI HANIFAH
NRP. 0111164000021**

**Dosen Pembimbing
Prof. Suminar Pratapa, Ph.D.**

**Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT – SF 184801

**OPTIMIZATION OF ZIRCON ($ZrSiO_4$) POWDER
SYNTHESIS BY VARYING ZIRCON SAND MASS TO
HCl MOLARITY RATIO**

**UMI HANIFAH
NRP. 0111164000021**

**Advisor
Prof. Suminar Pratapa, Ph.D.**

**Departement of Physics
Faculty of Science and Data Analytics
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2020**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMASI SINTESIS SERBUK ZIRKON ($ZrSiO_4$) MELALUI
VARIASI RASIO MASSA PASIR ZIRKON TERHADAP
MOLARITAS HCl**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Bidang Studi Fisika Material
Program Studi S1 Departemen Fisika
Fakultas Sains dan Analitika Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

UMI HANIFAH
0111164000021

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Suminar Pratapa, Ph.D. (.....)



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

OPTIMASI SINTESIS SERBUK ZIRKON ($ZrSiO_4$) MELALUI VARIASI RASIO MASSA PASIR ZIRKON TERHADAP MOLARITAS HCl

Nama : UMI HANIFAH
NRP : 0111164000021
Departemen : Fisika FSAD- ITS
Dosen Pembimbing : Prof. Suminar Pratapa, Ph.D.

Abstrak

Sintesis serbuk zirkon ($ZrSiO_4$) dengan variasi massa pasir puya dan pengurangan molaritas HCl ini bertujuan untuk menghasilkan serbuk zirkon dalam jumlah lebih banyak namun dengan waktu lebih efisien. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kandungan pasir zirkon dengan menggunakan *software Color Analysis I* dan *II* melalui pendekatan uji XRF. Penelitian ini menggunakan pasir puya yang berasal dari Kalimantan Tengah tepatnya berada di daerah Kereng Pangi. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi proses ayakan mesh 40, separasi magnet, *Ball Milling*, metode analisis warna serta sintesis dengan HCl. Untuk mengetahui pengaruh variasi massa pasir puya dalam pembentukan zirkon, penelitian ini menggunakan 2 jenis pasir yaitu P1_0 dan P2_0 dengan variasi massa 30, 40, 50, dan 60 g. Sementara itu, untuk mengetahui pengaruh pengurangan molaritas HCl, penelitian ini menggunakan molaritas 0,5 M. Sedangkan, untuk mengetahui perbedaan kualitas zirkon yang terbentuk, penelitian ini menggunakan beberapa pengujian seperti pengujian XRD dan XRF. Pengujian XRD digunakan untuk mengetahui fasa yang terbentuk pada serbuk zirkon. Sedangkan pengujian XRF digunakan untuk mengetahui komposisi serbuk zirkon. Hasil menunjukkan, P1_0 dengan semua variasi massa memiliki kandungan zirkon 100 wt % (produktivitas zirkon meningkat 100 %). Sementara itu, P2_0 dengan massa

pasir zirkon 40 g memiliki kandungan zirkon tertinggi yaitu 89,84%. Sehingga, produktivitas zirkon P2_0 meningkat 65%. Perbedaan kualitas zirkon yang terbentuk pada kedua pasir dipengaruhi oleh kemurnian pada proses sintesis HCl serta efektivitas dalam menghasilkan zirkon dalam jumlah besar. Selanjutnya, kandungan pasir zirkon pada berbasis warna melalui software *Color Analysis* mendekati hasil uji XRF. *Color Analysis* telah berhasil dibuat dengan akurasi penentuan kandungan zirkon cukup baik, dengan maksimum margin kesalahan 8% terjadi pada foto sampel dengan warna putih-abu-abu (diduga silika).

Kata kunci: Molaritas HCl, variasi massa, zirkon, analisis warna

OPTIMIZATION OF ZIRCON ($ZrSiO_4$) POWDER SYNTHESIS BY VARYING ZIRCON SAND MASS TO HCl MOLARITY RATIO

Name : UMI HANIFAH
NRP : 01111640000021
Department : Physics, F.SAD-ITS
Advisors : Prof. Suminar Pratapa, Ph.D.

Abstract

Synthesis of zircon powder ($ZrSiO_4$) with mass variation of puya sand and reduction of HCl molarity aims to produce zircon in large quantities with more efficient time. In addition, this study aims to find out the difference composition of zircon by use Color Analysis I and II with approach XRF result. In this study, the writer uses puya sand from Central Kalimantan, precisely located in the Kereng Pangi area. There are several step that the writer use in this study. The process are mesh sieve 40, magnetic separation, Ball Milling, color analysis methods and synthesis with HCl. To determine the effect of mass variation puya sand, this study uses 2 types of sand namely P1_0 and P2_0 with each sand have mass variation of 30, 40, 50 and 60 g. While, to reduction of HCl in zircon formation, this study uses HCl molarity 0,5 M. Meanwhile, to find out the differences in zircon quality formed, this study uses several tests including XRD and XRF. XRD is used to determine the phases formed in zircon powder. While the XRF test is used to determine the composition of zircon powder. The result of P1_0 show that, all of mass variation have 100% composition of zircon. In another word, P1_0 has productivity 100%. While, P2_0 with 40 g mass variation has the highest composition with amount 89,84% of zircon. In another word, P2_0 has productivity 65%.

Then, the differences quality formed of zircon show that, quality of zircon between P1_0 dan P2_0 influenced by purity of synthesis HCl process and effectiveness to produce zircon in larger quantities. Furthermore, the composition of zircon sand in the Color Analysis II (based on an own-made application) has been successfully determined, with a maximum margin of error of 8% occurring in a white-gray-color photo sample (suspected silica).

Key words: *Mass variation, molarity of HCl, zircon, color analysis*

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini sebagai syarat wajib untuk memperoleh gelar sarjana strata satu (S1) di Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Analitika Data, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan judul:

“OPTIMASI SINTESIS SERBUK ZIRKON ($ZrSiO_4$) MELALUI VARIASI RASIO MASSA PASIR ZIRKON TERHADAP MOLARITAS HCl”

Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini karena motivasi, dukungan, semangat, bimbingan serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin berterimakasih kepada:

1. Keluarga tercinta, (Ibu Muhermi, Bapak Romli, Nenek Jemirah, Kakek Dulwakid, Adik Weka, Bibi Rukayati, Paman Sulasno) yang selalu menjadi motivasi, dukungan, dan doa agar penulis diberi kelancaran dan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Suminar Pratapa, M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang tidak pernah lelah dan selalu sabar memberikan ilmu, bimbingan dan motivasi kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Mas Han, Mbak Aini, Mas Allif, Mbak Reni yang telah bersedia direpotkan oleh penulis, yang selalu ada dan tidak pernah lelah untuk membimbing, mengajari penulis dari awal sampai akhir, selalu memberikan motivasi dan semangat mengajari Penulis agar terselesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Gatut Yudhoyono, MT. selaku Ketua Departemen Fisika Fakultas Sains dan Analitika Data ITS, yang telah memberikan kemudahan sarana prasarana selama kuliah hingga terselesaainya Laporan Tugas Akhir ini.

5. Axl Bintanis G.V, teman yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan selalu membantu penulis dalam keadaan susah maupun senang. Teman yang selalu ada ketika penulis membutuhkan bantuan. Terimakasih telah menemani penulis sampai akhir.
6. Mbak Amel, Mbak Akifa, Mas Rama terimakasih telah membantu ketika penulis sedang kesusahan, yang selalu bersedia meluangkan waktu untuk mengajari penulis banyak hal, yang selalu menjadi motivasi penulis, dan selalu memberikan semangat doa kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Wiwit Wulandari, Mbak Novita yang selalu memberikan motivasi, semangat dan dukungan serta selalu ada membantu penulis ketika penulis membutuhkan bantuan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman-Teman Sirius angkatan 2016 (Amilia, Lana, Anis, Riski, Lintang, Rosi, Mun, dll) yang telah memberikan dukungan, semangat yang luar biasa kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Seluruh pihak yang telah membantu sehingga dapat terselesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan Laporan Tugas Akhir ini terdapat banyak kesalahan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk membantu menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini. Semoga Laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi semua pihak. Aamiin

Surabaya, Maret 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
Abstrak	vii
Abstract	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Zirkon.....	7
2.2 Metode Ayakan.....	10
2.3 Konsentrasi Larutan.....	14
2.4 Pelindian Larutan.....	17
2.5 Silika Kuarsa.....	19
BAB III	23
METODOLOGI	23
3.1 Preparasi Sampel Pasir Puya	23
3.2 Ekstraksi Pasir Puya.....	24
3.3 Sintesis Serbuk Zirkon	24
3.4 Metode Color Analysis	26
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	27

BAB IV	33
HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Analisis Kandungan Pasir Zirkon	33
4.2 Analisis Fasa Pasir Zirkon.....	35
4.3 Analisis Sintesis Serbuk Zirkon.....	38
4.4 Analisis Kandungan Pasir Zirkon dengan <i>Color Analysis</i>	43
KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN A	55
Hasil Luaran Rietica	55
LAMPIRAN B	63
Hasil Analisis dengan <i>Color Analysis</i>	63
BIODATA PENULIS	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peta keberadaan zirkon di Indoensia (Poernomo, 2012).....	8
Gambar 2.2 Struktur atom ZrSiO ₄ tetragonal dengan menggunakan <i>software</i> Diamond (www.crystallography.net)	9
Gambar 2.3 Pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi (I Wayan Suarsa,2017).....	16
Gambar 2.4 Pengaruh suhu terhadap laju reaksi (I Wayan Suarsa, 2017).....	16
Gambar 2.5 Struktur atom pada SiO ₂ (a) kuarsa, (b) kristobalit, dan (c) tridimit dengan menggunakan <i>software</i> Diamond (www.crystallography.net)	21
Gambar 3.1 Diagram alir secara umum	28
Gambar 3.2 Diagram alir preparasi sampel pasir	29
Gambar 3.3 Diagram alir ekstraksi pasir puya	30
Gambar 3.4 Diagram alir sintesis serbuk zirkon	31
Gambar 3.4 Diagram alir metode <i>Color Analysis</i>	32
Gambar 4.1 Pola-pola XRD (radiasi Cu-K α) sampel-sampel P1_0, P1_40, P2_0 dan P2_40 (simbol z= zirkon (ZrSiO ₄) dan q=kuarsa (SiO ₂)	36
Gambar 4.2 Contoh pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_0 (Pasir 1 murni)	37
Gambar 4.3 Pola XRD (radiasi Cu-K α) sampel-sampel P1_30H,P1_40H, P1_50H, P1_60H	39
Gambar 4.4.Pola XRD (radiasi Cu-K α) sampel-sampel P2_30H,P2_40h, P2_50H, P2_60H	39
Gambar 4.5 Contoh pola penghalusam dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_30H (pasir 1 setelah sintesis HCl dengan massa pasir puya 30 g).....	40
Gambar 4.6 Contoh pola penghalusan dengan perangkat lunak	

	Rietica untuk sampel P2_30H (Pasir 2 setelah sintesis HCl dengan massa pasir puya 30 g)	41
Gambar 4.7	(a) Pasir 1 murni (P1_0) dan (b) Pasir 1 setelah ayakan mesh 40 (P1_40) dengan menggunakan boks foto <i>Color Analysis</i>	44
Gambar 4.8	(a) Pasir 2 murni (P2_0) dan (b) Pasir 2 setelah ayakan mesh 40 (P2_40) dengan menggunakan boks foto <i>Color Analysis</i>	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi sumberdaya zirkon Kalimantan Tengah.	9
Tabel 2.2 Perbandingan ukuran mesh.....	12
Tabel 2.3 Bentuk kristal utama Silika.....	20
Tabel 4.1 Komposisi pasir zirkon murni tipe P1_0 dan P2_0 dalam wt %	33
Tabel 4.2 Komposisi pasir zirkon sebelum dan setelah separasi magnet dalam wt %	34
Tabel 4.3 Parameter kecocokan dan fraksi berat relatif hasil analisis Rietveld dengan <i>Rietica</i> untuk semua sampel.....	38
Tabel 4.4 Parameter kecocokan dan fraksi berat relatif hasil Rietveld dengan <i>Rietica</i> untuk semua sampel setelah sintesis HCl.....	42
Tabel 4.5 Rekapitulasi perbandingan uji XRF dan <i>Color</i> <i>Analysis</i> I dan II	46

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 1. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_0 (Pasir 1 murni)	55
Gambar 2. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_40S (Pasir 1 setelah separasi magnet).	55
Gambar 3. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_0 (Pasir 2 murni)	56
Gambar 4. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_40S (Pasir 2 setelah separasi magnet).	57
Gambar 5. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_30H (Pasir 1 sintesis HCl dengan massa pasir puya 30 g).....	57
Gambar 6. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_40H (Pasir 1 sintesis HCl dengan massa pasir puya 40 g).....	58
Gambar 7. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_50H (Pasir 1 sintesis HCl dengan massa pasir puya 50 g).....	59
Gambar 8. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_60H (Pasir 1 sintesis HCl dengan massa pasir puya 60 g).....	59
Gambar 9. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_30H (Pasir 2 sintesis HCl dengan massa pasir puya 30 g).....	60
Gambar 10. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_40H (Pasir 2 sintesis HCl dengan massa pasir puya 40 g).....	61
Gambar 11. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_50H (Pasir 2 sintesis HCl dengan massa	

	pasir puya 50 g).....	61
Gambar 12	Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_60H (Pasir 2 sintesis HCl dengan massa pasir puya 60 g).....	62
Tabel 1.	Persentase tiap-tiap warna pada pasir tipe P1_0 dan tipe P2_0.....	63
Tabel 2.	Pengelompokan analisis warna R, B, W dan O.....	64
Tabel 3.	Pengelompokan analisis warna R, B, W, dan O menggunakan <i>Color Analysis I</i>	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zirkon ($ZrSiO_4$) merupakan mineral aksesori umum dan tersebar di semua jenis batuan. Selain itu, zirkon juga terdapat di beberapa batuan metamorf. Zirkon paling banyak ditemukan dalam jenis batuan silikat yang mempunyai lebih banyak silikat. Batuan tersebut seperti granit, granodiorite, syenit, dan monzonite. Seperti yang diungkapkan Mikrianto dkk (2018), zirkon dapat ditemukan di nepheline syenite, batu kapur, gneiss dan sekis kristal.

Persediaan zirkon di Indonesia cukup melimpah. Seperti yang diungkapkan Suwargi dkk (2010), unsur zirkonium (Zr) ditemukan di 13 daerah di Indonesia. Daerah-daerah tersebut adalah Sekuleh (Aceh), Sibolga (Sumatera Utara), Bangkinang (Riau), Pegunungan Tiga puluh (Riau/Jambi), Bangka Belitung, Kariun Kundur (Kepulauan Riau), Bukit Garba (Sumatera Selatan), Way Seputih (Lampung), Sumbas (Kalimantan Barat), Tumbang Titi (Kalimantan Barat), Sungai Bunut/Long Laii (Kalimantan Timur), Pegunungan Arfak (Papua Barat) dan Ransiki (Papua Barat). Sedangkan menurut Sudarto dkk (2008), pasir zirkon yang paling banyak terdapat di Pulau Kalimantan tepatnya di Provinsi Kalimantan Tengah. Pasir zirkon yang terdapat di Provinsi Kalimantan Tengah memiliki deposit sekitar 5.410.484.720 ton.

Namun, banyaknya pasir zirkon yang dimiliki di beberapa daerah di Indonesia belum dimanfaatkan secara optimal. Seperti yang diungkapkan oleh Berthie Benyamin (2013), Indonesia masih melakukan ekspor ke negara-negara lain yang membutuhkan zirkon. Negara-negara yang membeli pasir zirkon di Indonesia adalah Negara Afghanistan, Australia, China dan Jepang. Namun, Indonesia

hanya mengekspor zirkon dengan harga relatif lebih rendah. Hal tersebut disebabkan karena konsentrasi pasir zirkon dari daerah setempat (Palangka Raya) kurang dari 64,5% kadar $ZrO_2 + Hf$, sehingga tidak dapat dilakukan ekspor. Menurut Berthie Benyamin (2013), Palangka Raya tidak bisa melakukan ekspor dikarenakan peralatan teknologi yang digunakan untuk memurnikan zirkon belum cukup canggih.

Zirkon sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia. Seperti yang diungkapkan oleh Mikrianto dkk (2018), kegunaan zirkon di beberapa bidang digunakan dalam pembersihan permukaan, pelapisan permukaan baja tahan karat, komponen reaktor nuklir, industri makanan serta beberapa aplikasi di bidang medis. Sedangkan menurut Mahmoud (2015), zirkon digunakan di beberapa aplikasi seperti dalam pengecoran dan keramik refraktori. Sementara itu, menurut Pearson (1999), dalam pengecoran, zirkon digunakan sebagai cetakan dasar dan permukaan untuk bahan cetakan.

Salah satu cara sintesis serbuk zirkon adalah memurnikan pasir zirkon. Proses sintesis serbuk zirkon diawali dengan ekstraksi pasir zirkon. Tahap awal ekstraksi pasir zirkon dilakukan dengan cara separasi magnet, proses *ball milling*, sintesis dengan HCl dan NaOH. Selanjutnya, dilakukan beberapa pengujian seperti XRD, XRF, SEM dan TEM. Seperti yang telah dilakukan oleh Musyarofah (2019), serbuk zirkon telah berhasil disintesis dengan menggunakan 30 g serbuk zirkon dan HCl 2M dengan temperatur 100°C. Selain itu, penelitian tersebut menunjukkan keberhasilan pengolahan dari pasir puya hingga terbentuk zirkon, zirkonia dan *silica nanopowders*. Berdasarkan hasil uji XRF dan XRD, proses sintesis serbuk zirkon pasir puya mengandung zirkon ($ZrSiO_4$), kuarsa (SiO_2), rutil (TiO_2) dan ilmenit ($FeTiO_3$). Salah satu cara menghilangkan rutil dan ilmenit adalah dengan pelindian menggunakan HCl. Seperti yang diungkapkan Musyarofah (2018), proses pelindian dengan HCl

menghasilkan kuarsa (SiO_2). Selanjutnya, kuarsa berhasil dihilangkan dan diperoleh zirkon murni setelah sintesis dengan NaOH. Selain itu, penelitian tersebut juga telah berhasil menghasilkan zirkon murni dari berbagai jenis ukuran, hingga sintesis zirkonia. Namun, proses untuk mendapatkan zirkon murni dari sintesis serbuk zirkon memerlukan waktu yang lama sedangkan hasil serbuk zirkon yang didapatkan masih sedikit.

Pada penelitian ini, penulis memberikan gagasan untuk mendapatkan hasil serbuk zirkon yang banyak dalam waktu yang relatif lebih singkat, maka penulis menggunakan variasi massa pada pasir puya. Dengan kata lain, penelitian ini akan mengoptimasi proses sintesis serbuk zirkon dari pasir puya melalui variasi massa pasir puya dengan molaritas dan temperatur yang tetap. Empat variasi massa serbuk zirkon akan dikaji. Selain itu, jika pada penelitian-penelitian sebelumnya digunakan HCl sebanyak 2M dengan temperatur pelindian $100\text{ }^\circ\text{C}$, penelitian ini menggunakan temperature $80\text{ }^\circ\text{C}$ dengan HCl 0,5M. Optimasi rasio massa dan molaritas ini diharapkan dapat mengurangi HCl yang tidak digunakan kembali sehingga dapat mengurangi efek yang kurang baik terhadap lingkungan sekitar. Dengan kata lain, penelitian diharapkan menghasilkan serbuk zirkon dalam waktu yang lebih efisien namun serbuk zirkon yang dihasilkan lebih banyak.

Para petambang pasir puya Kalimantan Tengah terbiasa menggunakan warna sebagai basis penentuan kualitas pasir. Pasir puya memiliki warna khas, yaitu merah kecoklatan. Berdasar kondisi itu, penelitian ini juga menelusuri kemungkinan pemakaian analisis warna (*color analysis*) sebagai cara menentukan kualitas pasir puya. Hasil pengukuran analitis XRF dijadikan sebagai patokan kualitas pasir. Pasir diambil fotonya dengan teknik khusus kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak untuk kemudian diuji akurasinya terhadap hasil pengukuran XRF

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah pada penelitian ini meliputi beberapa hal sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi massa pasir puya dan pengurangan HCl dalam pembentukan zirkon?
2. Bagaimana kualitas zirkon yang terbentuk jika dibandingkan antara dua pasir berbeda?
3. Bagaimana perbedaan kandungan pasir zirkon menggunakan software *Color Analysis* I dan II melalui pendekatan uji XRF?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi massa pasir puya dan pengurangan HCl dalam pembentukan zirkon.
2. Untuk mengetahui perbedaan kualitas zirkon yang terbentuk pada dua pasir berbeda.
3. Untuk mengetahui perbedaan kandungan pasir zirkon menggunakan software *Color Analysis* I dan II melalui pendekatan uji XRF.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pasir puya yang digunakan berasal dari Kalimantan Tengah tepatnya berada di daerah Kereng Pangi.
2. Pasir puya yang digunakan yaitu pasir puya jenis P1_0 dan P2_0.
3. Temperatur yang digunakan pada penelitian ini adalah 80°C dengan molaritas 0,5M.
4. Variasi massa pasir puya yang digunakan adalah 30, 40, 50, dan 60 g.

5. Metode yang digunakan adalah metode sintesis serbuk zirkon dan *Color Analysis*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan informasi mengenai salah satu cara pemanfaatan sumber daya alam yaitu pasir puya.
2. Memberikan informasi salah satu cara memproduksi zirkon yang lebih banyak dan lebih efisien.
3. Memberikan informasi mengenai pengaruh variasi massa pasir puya dan pengurangan HCl dalam pembentukan zirkon murni.
4. Memberikan informasi mengenai perbedaan kualitas zirkon yang terbentuk pada dua pasir berbeda.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri atas abstrak, Bab I, Bab II, dan Bab III, Bab IV dan Bab V. Bab I berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan. Bab II mengenai tinjauan pustaka yang digunakan sebagai dasar teori penelitian tugas akhir ini. Bab III mengenai metodologi penelitian. Bab IV mengenai hasil dan pembahasan dari penelitian. Bab V mengenai kesimpulan dan saran.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Zirkon

Seperti yang diungkapkan oleh Manhique (2003), zirkon merupakan zirkonium silikat yang terbentuk secara alami. Zirkon umumnya terjadi pada batuan beku silika khususnya pada granit, nepheline syenite dan pegmatite. Zirkon dapat di temukan di sungai maupun pasir pantai yang terkonsentrasi mineral berat seperti rutile, ilmenite, monazite, leucoxene dan granet. Seperti yang diungkapkan oleh Suwargi (2010), zirkonium (Zr) dalam pasir zirkon dan *rare earth element* (REE) dapat ditemukan di berbagai daerah di Indonesia meliputi Sibolga (Sumatera Utara), Sekuleh (Aceh), Bangkinang (Riau), Pegunungan Tiga puluh (Riau/Jambi), Kariun Kundur (Kepulauan Riau), Bangka Belitung, Sumbas (Kalimantan Barat), Way Seputih (Lampung), Bukit garba (Sulawesi Selatan), Tumbang Titi (Kalimantan Barat), Sungai Bunut/Long Laii (Kalimantan Timur), Pegunungan Arfak (Papua Barat) dan Ransiki (Papua Barat)

Pasir zirkon dapat juga ditemukan di daerah Kepulauan Riau, Bangka Belitung, dan Pulau Kalimantan. Seperti yang diungkapkan oleh Sudarto (2008), salah satu penghasil pasir zirkon yang cukup banyak adalah di Pulau Kalimantan yang memiliki deposit pasir zirkon sekitar 5.40.484.720 ton. Sedangkan, menurut Herman (2007), pasir zirkon yang terdapat di daerah aliran sungai (DAS) Kalimantan Tengah mencapai 6,556 juta ton yang memiliki kandungan zirkonium silikat ($ZrSiO_4$) sebesar 2,615 juta ton. Kualitas pasir zirkon yang paling baik berasal dari Kalimantan Tengah. Kandungan zirkon yang dihasilkan di Kalimantan Tengah termasuk paling tinggi.



Gambar 2.1 Peta keberadaan zirkon di Indonesia
(Poernomo, 2012)

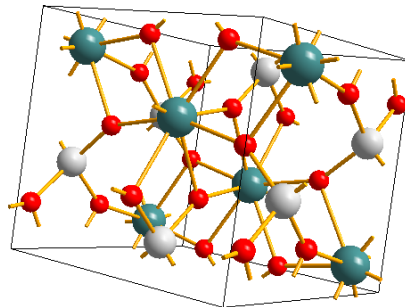
Menurut Sulisty Budi (2005), zirkonium (Zr) memiliki beberapa sifat antara lain yaitu logam yang mempunyai ketahanan korosi yang besar, baik terhadap konsentrasi asam maupun basa dari berbagai suhu, memiliki titik leleh yang tinggi dan sifat mudah dibentuk. Sifat zirkonium lain yaitu zirkonium memiliki sifat sebagai tahan korosi pada suhu tinggi. Oleh sebab itu zirkonium sebagai pelindung bahan bakar dalam reaktor nuklir.

Seperti yang diungkapkan oleh Kwela (2000), zirkon memiliki komponen utama yaitu besi (Fe) dan titanium (Ti). Dengan adanya kedua unsur tersebut, maka perlu dilakukan pemisahan. Zirkon memiliki sifat tahan terhadap korosi dan memiliki temperatur tinggi yang stabil seperti yang diungkapkan oleh Setiawan (2007).

Tabel 2.1 Komposisi sumberdaya zirkon Kalimantan Tengah

No	Mineral	DAS Katingan	DAS Kahayan	DAS Sekonyer
1	Zirkon ($ZrSiO_4$)	59,50%	17,10%	75,50%
2	Ilmenite ($FeTiO_2$)	1,00%	55,50%	6,60%
3	Leucoxene	32,50%		
4	Magnetite		12,10%	2,60%
5	Garnet		5,30%	
6	Rutile (TiO_2)	4,70%	1,30%	6,50%
7	Epidot		2,60%	
8	Sphene		2,60%	
9	Homblende	0,90%	2,40%	
10	Spinel		1,10%	
11	Maghemte	0,70%		
12	Tourmaline	0,50%		
13	Pyrite (FeS_2)	0,20%		
14	Kuarsa (SiO_4)			8,80%

(Herman, 2007)



Gambar 2.2 Struktur atom $ZrSiO_4$ tetragonal dengan menggunakan *software* Diamond (www.crystallography.net)

Selanjutnya, menurut Mahmoud (2014), zirkon memiliki sifat tidak larut dalam larutan berair, asam maupun basa. Selain itu, zirkon memiliki warna-warna yang berbeda. Zirkon memiliki berbagai jenis warna yaitu dari kuning, coklat, merah, hijau, mawar merah ataupun ungu seperti yang diungkapkan oleh Affato (2001). Menurut Roelof (1976), zirkon memiliki struktur-struktur kristal yaitu monoklinik, heksagonal, tetragonal dan dipiramid. Sedangkan berat jenis yang dimiliki zirkon yaitu antara 4,6-5,8. Terdapat beberapa mineral yang mengandung zirkonium. Mineral yang mengandung unsur zirkonium adalah zirkon/zirkonium silika ($ZrO_2 \cdot SiO_2$) dan zirkonium oksida (ZrO_2). Mineral zirkon maupun zirkonium oksida dapat dalam bentuk senyawa hafnium seperti yang diungkapkan oleh Setiawan (2007).

Menurut Mahmoud (2014). Zirkon memiliki kegunaan di beberapa bidang antara lain digunakan dalam pembersihan permukaan, pelapisan permukaan baja tahan karat, komponen reaktor nuklir, industri makanan dan beberapa aplikasi dibidang medis lainnya. Sedangkan, menurut Pearson (1999), zirkon juga dapat digunakan seperti aplikasi dalam pengecoran dan keramik refraktori. Selanjutnya, menurut Kwela (2000), zirkon yang digunakan dalam aplikasi pengecoran dapat digunakan sebagai cetakan dasar dan sebagai permukaan untuk bahan cetakan. Sedangkan aplikasi zirkon dalam refraktori banyak digunakan sebagai bahan tahan api di industri kaca dan baja. Zirkon dapat pula digunakan dalam bahan baku elektronik dan keramik seperti yang diungkapkan oleh Setiawan (2007).

2.2 Metode Ayakan

Pengayakan merupakan cara pengelompokan butiran yang akan dipisahkan antara partikel yang lolos ayakan (butiran halus) dengan partikel yang tertinggal di ayakan (butiran kasar).

Sedangkan ukuran butiran yang masih melintas di ayakan dapat disebut dengan butiran batas seperti yang diungkapkan oleh Voight (1994). Menurut Irma (2012), pengayakan bertujuan untuk memudahkan dalam mendapatkan serbuk dengan ukuran yang seragam. Sehingga pengayakan dapat diartikan sebagai suatu metoda pemisahan berbagai campuran partikel padat, sehingga didapatkan ukuran partikel yang seragam maupun ukuran yang berbeda.

Seperi yang diungkapkan oleh Irma (2012), pengayakan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu pengayakan manual dan pengayakan mekanik. Pengayakan manual merupakan pengayakan yang dilakukan dengan cara memasukkan bahan melewati lubang ayakan. Pengayakan manual umumnya dilakukan dengan menggunakan bilah kayu atau bilah bahan sintesis. Pada pengayaan ini, sekelompok partikel dapat dikatakan memiliki tingkat kehalusan tertentu apabila seluruh partikel dapat melintas dari lebar lubang yang sesuai (tanpa sisa ayakan). Sedangkan, berdasarkan cara ayakannya pengayakan mekanik meliputi pengayak getar, guncang atau kocokan yang dilakukan dengan bantuan mesin. Pengayakan mekanik memiliki satu set ayakan dengan variasi lebar lubang yang berbeda. Pengayakan mekanik atau pengayakan dengan mesin memiliki kualitas lebih baik dibandingkan dengan pengayakan manual. Pengayakan mekanik banyak digunakan dalam bidang industri, ilmu pengetahuan dan teknologi. Penggunaan pengayakan mekanik misalnya dalam laboratorium pangan, laboratorium tanah, laboratorium bahan bangunan, dan di lapangan pengujian tanah seperti yang diungkapkan oleh Syamsunarto (2018).

Dalam kaitannya dengan ayakan, terdapat istilah mesh. Satuan yang digunakan untuk menentukan besar dan kecilnya suatu material tertentu yang lolos dalam proses *screening* (pengayakan)

disebut dengan mesh. Ukuran mesh adalah jumlah lubang per inci kuadrat. Nomor ayakan mesh terdiri dari beberapa nomor misalnya nomor ayakan mesh 10, 20, 30, 40 50 dst. Ukuran mesh 40 artinya, dalam per inci kuadrat terdapat lubang sebanyak 40 lubang, seperti yang diungkapkan oleh Sudjaswadi (2002). Selanjutnya, menurut Situmorang (2011), penggunaan ayakan secara umum dilakukan untuk mengukur kadar keseragaman bahan dan mendapatkan ukuran partikel bahan. Ayakan mesh dapat mengetahui kondisi bahan dalam kondisi kasar, medium ataupun halus. Kondisi bahan kasar berada dalam nomor mesh 4 (ukuran 4,76 mm) sampai dengan nomor mesh 16 (ukuran 1 mm). Kondisi medium dapat diketahui dengan nomor mesh 30 (ukuran mesh 0,548mm) sampai dengan nomor mesh 50 (ukuran mesh 0,28 mm). Selanjutnya, nomor mesh 100 (ukuran 0,149 mm) digunakan untuk mengindikasikan bahan dalam kondisi halus.

Tabel 2.2 Perbandingan ukuran mesh

Mesh	Inci	Mikrometer	Milimeter
3	0,265	6730	6,73
4	0,187	4760	4,76
5	0,157	4000	4
6	0,132	3360	3,36
8	0,0937	2380	2,38
10	0,0787	2000	2
12	0,0661	1680	1,68
14	0,0555	1410	1,41
16	0,0469	1190	1,19
18	0,0394	1000	1
20	0,0331	841	0,841
25	0,028	707	0,707

30	0,0232	595	0,595
35	0,0197	500	0,5
40	0,0165	400	0,4
45	0,0138	354	0,354
50	0,0117	297	0,297
60	0,0098	250	0,25
70	0,0083	210	0,21
80	0,007	177	0,177
100	0,0059	149	0,149
120	0,0049	125	0,125
140	0,0041	105	0,105
170	0,0035	8	0,008
200	0,0029	74	0,074
230	0,0024	63	0,063
270	0,0021	53	0,053
325	0,0017	44	0,044
400	0,0015	37	0,037
625	0,00008	20	0,02
1250	0,0004	10	0,01
2500	0,0002	5	0,005

(Voight, 1994)

Produk dari proses pengayakan atau penyaringan memiliki dua jenis yaitu produk dengan ukuran lebih besar dari ukuran lubang-lubang ayakan (*oversize*) dan produk dengan ukuran yang lebih kecil dari pada ukuran lubang-lubang ayakan (*undersize*). Dalam proses industri, material yang biasa digunakan adalah material dengan ukuran tertentu dan seragam. Sehingga untuk memperoleh ukuran yang seragam, maka dilakukan proses pengayakan seperti yang diungkapkan oleh Irma (2012).

2.3 Konsentrasi Larutan

Larutan merupakan suatu campuran homogen yang didalamnya terdiri dari dua atau beberapa zat yang memiliki komposisi yang bervariasi seperti yang diungkapkan oleh Petrucci (1985). Di dalam suatu larutan, terdapat istilah zat terlarut dan zat pelarut. Menurut Khikmah (2015), zat yang memiliki jumlah yang lebih sedikit di dalam suatu larutan disebut dengan zat terlarut. Sedangkan zat pelarut merupakan zat yang memiliki jumlah lebih banyak dari pada zat-zat lain dalam larutan. Salah satu bahan pelarut yang baik adalah air. Air merupakan bahan pelarut yang universal. Hal ini dikarenakan, air mampu melarutkan berbagai jenis senyawa kimia antara lain garam-garam, gula, asam maupun beberapa jenis gas dan molekul organik, seperti yang diungkapkan oleh Utomo (2015). Selanjutnya, menurut Budiman (2012), dalam kaitannya dengan pembuatan konsentrasi yang tinggi, larutan yang memiliki konsentrasi tinggi misalnya larutan yang terbentuk antara NaCl dan H₂O yang menyebabkan kadar hidrogen dan asam semakin tinggi.

Selain air, terdapat beberapa pelarut seperti bensena, kloroform, eter dan alkohol. Faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan meliputi zat terlarut, temperatur, jenis pelarut dan tekanan. Percampuran suatu larutan bergantung pada zat-zat yang terkandung didalamnya. Zat-zat dengan struktur kimia yang mirip dapat saling bercampur, namun sebaliknya zat-zat dengan struktur kimia yang berbeda, maka kurang dapat saling bercampur. Zat-zat yang dapat bercampur seperti pada alkohol dan air. Selanjutnya, besarnya temperatur juga mempengaruhi kelarutan. Besarnya temperatur mempengaruhi kelarutan dikarenakan, kelarutan gas akan berkurang pada temperatur yang tinggi. Sementara itu, hubungan kelarutan sebanding dengan tekanan gas, seperti yang diungkapkan oleh Putu Putra (2015).

Selanjutnya, sifat-sifat suatu larutan dapat dipengaruhi oleh komposisi larutan. Komposisi suatu larutan dapat dinyatakan dalam perbandingan antara jumlah zat yang terlarut dengan jumlah zat pelarut (konsentrasi larutan), seperti yang diungkapkan oleh Khikmah (2015). Sedangkan, menurut Adha (2015), konsentrasi larutan adalah komposisi yang menunjukkan secara jelas perbandingan jumlah zat terlarut dengan jumlah zat pelarut. Besarnya konsentrasi suatu larutan dapat ditentukan oleh besarnya zat terlarut dan zat pelarut. Seperti yang diungkapkan oleh Putu Putra (2015), konsentrasi larutan dapat dinyatakan secara fisika maupun kimia. Dalam fisika, konsentrasi larutan dapat dinyatakan dalam % atau ppm (*part per million*). Sedangkan dalam bidang kimia, konsentrasi larutan dapat dinyatakan dengan Molar (M), molal (m) atau normal (N). Molaritas dapat diartikan sebagai jumlah mol zat terlarut dalam satu liter larutan. Persamaan untuk menghitung besarnya molaritas yaitu sebagai berikut:

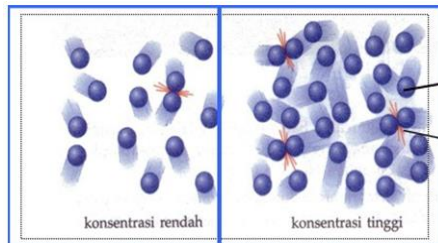
$$M = \frac{\text{Mol zat terlarut}}{\text{Liter larutan}} \quad (1)$$

Sedangkan molalitas (m) merupakan jumlah zat terlarut dalam 1000 g pelarut. Besarnya molalitas dapat dirumuskan yaitu:

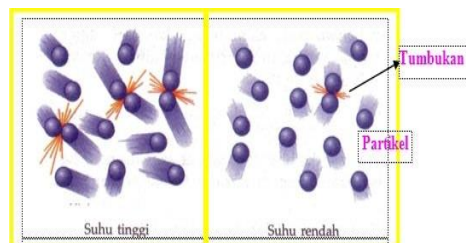
$$m = \text{mol terlarut} \times \frac{1000}{\text{Gram pelarut}} \quad (2)$$

Konsentrasi larutan dapat dibedakan menjadi 2 cara yaitu secara kualitatif dan secara kuantitatif. Secara kualitatif, larutan dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu larutan pekat dan larutan encer. Dapat dikatakan larutan encer apabila massa jenis larutan sama dengan massa jenis pelarutnya. Sedangkan secara kuantitatif, larutan dapat dibedakan berdasarkan satuan konsentrasinya, seperti yang diungkapkan oleh Putu Putra (2015).

Seperti yang diungkapkan oleh Adha (2015), suatu larutan dapat memiliki titik didih yang semakin tinggi apabila jumlah zat terlarut yang dicampurkan semakin besar. Energi yang dibutuhkan akan semakin besar apabila konsentrasi suatu larutan semakin besar, namun waktu yang dibutuhkan akan semakin sedikit. Dengan demikian, hubungan konsentrasi larutan dengan waktu yang dibutuhkan adalah berbanding terbalik. Sehingga besarnya konsentrasi larutan berbanding terbalik dengan waktu yang dibutuhkan.



Gambar 2.3 Pengaruh konsentrasi terhadap laju reaksi (I Wayan Suarsa, 2017)



Gambar 2.4 Pengaruh suhu terhadap laju reaksi (I Wayan Suarsa, 2017)

Salah satu faktor yang mempengaruhi laju reaksi adalah konsentrasi pereaksi. Semakin tinggi konsentrasi suatu pereaksi

maka laju reaksi yang dihasilkan akan semakin cepat. Sedangkan apabila konsentrasi suatu pereaksi menurun, maka laju reaksi yang dihasilkan semakin lambat. Apabila konsentrasi suatu larutan semakin besar, maka partikel yang dihasilkan oleh larutan akan semakin banyak. Sehingga apabila partikel yang dihasilkan semakin banyak dan tersusun rapat, maka konsentrasi yang semakin besar akan mengakibatkan tumbukan yang semakin banyak. Oleh karena itulah laju reaksi yang dihasilkan semakin cepat. Hal tersebut berlaku sebaliknya apabila konsentrasisi pereaksi lebih rendah, seperti yang diungkapkan oleh Mira (2017).

Selain konsentrasi pereaksi, faktor yang mempengaruhi laju reaksi yaitu suhu. Faktor suhu berpengaruh terhadap laju reaksi, hal tersebut dikarenakan semakin tinggi suhu maka semakin cepat laju reaksi yang dihasilkan. Sebaliknya, semakin rendah suhu suatu larutan, laju reaksi yang dihasilkan semakin lambat. Sedangkan, dengan menaikkan suhu suatu larutan, maka energi kinetik partikel-partikel yang dihasilkan semakin besar sehingga ketika bertumbukan akan menghasilkan reaksi lebih cepat seperti yang diungkapkan oleh Mira (2017).

2.4 Pelindian Larutan

Pelindian atau *leaching* merupakan proses pengambilan solid dari padatan dengan menggunakan pelarut tertentu. Proses pelindian dapat terjadi dalam dua tahap antara lain yaitu kontak antara padatan dengan pelarut sehingga mengakibatkan perpindahan massa dari padatan ke larutan serta pemisahan padatan dan larutan setelah proses selesai, seperti yang diungkapkan oleh Ran L dkk (2013). Dalam proses pelindian, terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain yaitu ukuran partikel, pengadukan, dan temperatur. Ukuran partikel berpengaruh dalam proses pelindian karena semakin kecil ukuran suatu partikel maka

mengakibatkan area terbesar antara padatan terhadap cairan terjadi kontak secara tepat. Semakin besar ukuran suatu partikel maka waktu yang diperlukan cairan untuk berdifusi relatif lebih lama. Faktor selanjutnya adalah pengadukan. Pengadukan berhubungan erat dengan sistem pendispersian butir padatan ke dalam cairan yang mengakibatkan kontak molekul semakin luas dan tumbukan antar molekul dalam cairan semakin besar. Parameter penting dalam pengadukan adalah kecepatan pengadukan. Parameter kecepatan disebut dengan gradien kecepatan, seperti yang diungkapkan oleh Rosidi (2015). Persamaan untuk menentukan gradient kecepatan yaitu sebagai berikut:

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu V}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana G merupakan gradien kecepatan, P merupakan tenaga yang diberikan ke target dengan satuan (N.m/detik) sedangkan V merupakan volume target yang diaduk (m³) dan μ adalah viskositas absolut target dengan satuan (N.detik/m²). Seperti yang diungkapkan oleh Rosidi (2015) bahwa, kecepatan pelarutan akan semakin meningkat apabila terjadi kenaikan putaran pengadukan. Faktor selanjutnya adalah temperatur. Apabila temperatur dinaikkan, maka laju reaksi akan bertambah cepat. Hal tersebut dapat terjadi karena semakin tinggi temperatur, maka gerak partikel-partikel pereaksi dan energi kinetik partikel akan semakin meningkat. Sedangkan menurut Habashi (1999), temperatur berpengaruh meningkatkan konstanta reaksi pelarutan dan konstanta reaksi difusi pada reaksi heterogen. Hal tersebut dikarenakan pada konsentrasi reaktan yang rendah, reaksi pelarutan akan memiliki energi aktivasi yang rendah. Sedangkan pada konsentrasi yang tinggi, energi aktivasi yang dihasilkan juga akan

tinggi. Persamaan yang menyatakan hubungan antara konstanta kecepatan reaksi (k) dengan temperatur yaitu sebagai berikut:

$$k = A \cdot \text{Exp} \left(\frac{-E}{RT} \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana k merupakan konstanta laju reaksi, A adalah konstanta integrase atau faktor frekuensi, R merupakan tetapan gas ideal yang memiliki nilai 1,987 kal/mol K, sedangkan E adalah energi aktivasi serta T merupakan temperatur mutlak yang memiliki satuan Kelvin (K), seperti yang diungkapkan oleh Rosidi (2015).

2.5 Silika Kuasa

Seperti yang diungkapkan oleh Harsono (2002), silika atau disebut silikon dioksida (SiO_2) adalah senyawa yang banyak ditemukan di alam dalam bentuk mineral kuasa. Senyawa ini terdiri atas kristal-kristal silika (SiO_2). Selain itu, silika mengandung senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan. Selanjutnya, menurut Bragmann (2006), pasir kuasa memiliki komposisi gabungan yang terdiri dari SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , MgO , CaO dan K_2O yang berwarna putih bening ataupun warna lain bergantung pada jenis senyawa pengotornya. Silika dapat diartikan sebagai senyawa yang banyak ditemui dalam bentuk tambang ataupun galian yang berupa mineral seperti granit, pasir kuasa, dan feldspar yang mengandung kristal-kristal silika (SiO_2). Silika atau silikon diaoksida secara alami terkandung dalam kerikil, pasir dan batu-batuan. Serbuk silika dapat diperoleh dengan menggunakan metode ekstraksi padat-cair (*leaching*), seperti yang diungkapkan oleh Trianasari (2017).

Pasir kuasa atau silika memiliki karakteristik antara lain memiliki titik lebur 1715°C , berat jenis 2,65, memiliki bentuk kristal hexagonal dan konduktivitas panas yaitu 12°C - 100°C .

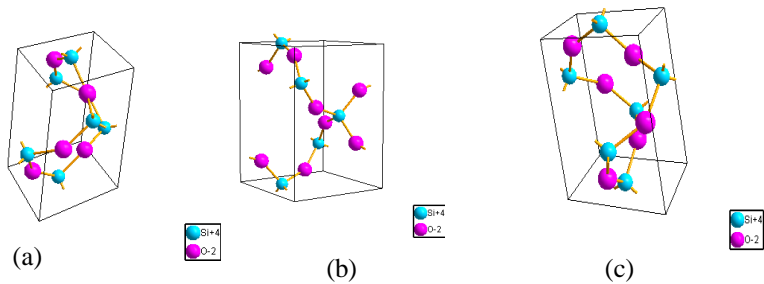
Dalam bidang industri, pasir kuarsa atau silika dapat digunakan sebagai bahan baku utama atau sebagai bahan baku ikutan. Sebagai bahan baku utama, pasir kuarsa dapat digunakan dalam semen, industri gelas kaca, bahan baku fero silikon dan mosaik keramik. Sedangkan penggunaan pasir kuarsa sebagai bahan ikutan biasanya digunakan sebagai industri perminyakan dan pertambangan, industri cor, bata tahan api (refraktori) dan lain sebagainya, seperti yang diungkapkan oleh Wianto dan Ninis (2008). Selanjutnya, menurut Smallman dan Bishop (2000), silika juga merupakan keramik yang tahan terhadap temperatur tinggi yang banyak digunakan dalam industri gelas dan baja. Silika memiliki sifat non konduktor serta memiliki ketahanan terhadap oksidasi dan degeresi termal yang baik seperti yang diungkapkan oleh Hildayati et al (2009).

Selanjutnya, menurut Cotton (1989), silika dapat memiliki struktur kristal tridimit dan struktur kristobalit. Silika dengan struktur tridimit diperoleh dengan cara memanaskan pasir kuarsa dengan suhu 870°C . Sedangkan untuk struktur kristobalit, silika dapat diperoleh dengan pemanasan pada suhu 1470°C .

Tabel 2.3 Bentuk kristal utama silika

Fasa Silika	<i>Space Group</i>	Struktur Kristal	<i>Lattice Parameter</i>	<i>Rentang Stabilitas</i>	Kerapatan (kg m^{-3})
Quartz (Nomor PDF 16-2490)	P 32 21	Trigonal (Heksagonal)	$a = b = 4,9134 \text{ \AA}$ $c = 5,4051 \text{ \AA}$	<870	2650
Kristobalit (Nomor PDF 76-1390)	P 41 21 2	Tetragonal	$a = b = 4,9780 \text{ \AA}$ $c = 6,9480 \text{ \AA}$	1470-1723	2330
Tridimit (Nomor PDF 21-0442)	P 1	Triklinik	$a = 5,0007 \text{ \AA}$ $b = 8,5909 \text{ \AA}$ $c = 8,2202 \text{ \AA}$	870-1470	2270

(Smallman and Bishop,2000)



Gambar 2.5 Struktur atom pada SiO_2 (a) kuarsa, (b) kristobalit, dan (c) tridimit dengan menggunakan *software* Diamond (www.crystallography.net)

Silika memiliki satuan struktur primer yaitu tetrahedron SiO_4 , sehingga satu atom silika dikelilingi oleh empat atom oksigen. Gaya-gaya mengikat pada tetrahedral berasal dari ikatan ionik serta ikatan kovalen sehingga ikatan yang terbentuk sangat kuat, seperti yang diungkapkan oleh Van and Lawrench (1992).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODOLOGI

Penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi massa pasir puya dan pengurangan HCl dalam pembentukan zirkon murni serta untuk mengetahui kandungan pasir zirkon menggunakan software *Color Analysis* I dan II memiliki beberapa tahapan yang diuraikan antara lain (1) preparasi sampel pasir puya (2) ekstraksi pasir puya (3) sintesis serbuk zirkon (4) Metode *Color Analysis* (5) diagram alir penelitian.

3.1 Preparasi Sampel Pasir Puya

Langkah pertama untuk melakukan penelitian ini adalah dengan preparasi sampel. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir puya tipe P1_0 dan tipe P2_0. Pasir yang digunakan diperoleh di Kalimantan Tengah tepatnya di daerah Kereng Perangi. Sebelum sampel pasir P1_0 dan pasir P2_0 dilakukan pengayakan, P1_0 dan P2_0 dicuci sampai bersih dan dikeringkan menggunakan *hotplate* dengan temperature 100°C. Setelah pasir kering, pasir puya ditimbang dengan massa 500 g. Selanjutnya, pasir jenis P1_0 dimasukkan ke dalam mesin ayakan *Siever* dalam waktu 2 menit. Setelah itu, pasir puya jenis P1_0 ditimbang dengan menggunakan neraca sehingga diperoleh massa masing-masing ayakan. Massa yang diperoleh pada pasir P1_0 adalah massa ayakan 40, 100, dan 150. Dengan cara yang sama dilakukan untuk pasir puya jenis P2_0, sehingga diperoleh massa ayakan pada pasir puya jenis P2_0.

Proses selanjutnya adalah separasi magnet. Proses separasi magnet hanya dilakukan pada ayakan lolos mesh 40. Hal tersebut disebabkan, pada ayakan mesh 40 didapatkan zirkon yang lebih

banyak. Selain itu, pada ayakan mesh 40, warna pasir yang dihasilkan lebih merah (banyak zirkon) dibandingkan dengan ayakan mesh yang lainnya. Proses separasi magnet dilakukan dengan menggunakan lempengan magnet yang ditempelkan ataupun didekatkan dengan pasir puya. Sehingga, pengotor yang terdapat pada pasir puya (misalnya unsur Fe), bisa menempel oleh lempengan magnet. Proses separasi magnet dilakukan secara terus-menerus hingga diperoleh pasir puya yang sudah terbebas dari Fe. Separasi magnet dilakukan oleh masing-masing sampel baik sampel P1_0 maupun P2_0. Sehingga, diperoleh pasir puya setelah separasi magnet (P1_40S dan P2_40S) untuk kedua pasir.

3.2 Ekstraksi Pasir Puya

Langkah selanjutnya adalah ekstraksi pasir puya. Untuk menghomogenkan ukuran dari pasir puya maka diperlukan proses *ball milling*. Selain itu, metode *ball milling* bertujuan untuk memperkecil ukuran dari pasir puya. Metode *ball milling* membutuhkan alat dan bahan seperti alkohol, bola zirkonia sebanyak 48 buah, dan serbuk pasir puya sebanyak 30 g. Proses *milling* (penggilingan) membutuhkan waktu 2 jam dengan waktu jeda 30 menit dengan kecepatan 150 rpm. Setelah 2 jam, sampel diambil dan dilanjutkan dengan pemindahan sampel dalam cawan. Selanjutnya, dilakukan pengeringan sampel. Proses pengeringan sampel dilakukan dengan menggunakan *hotplate* dengan temperature 70°C dengan waktu selama ± 2 jam. Sampel yang telah kering, selanjutnya ditimbang dengan menggunakan neraca. Sehingga, diperoleh massa hasil proses *ball milling* untuk kedua jenis pasir.

3.3 Sintesis Serbuk Zirkon

Proses selanjutnya adalah sintesis dengan HCl. Proses sintesis

HCl bertujuan untuk menghilangkan zat-zat pengotor seperti Ti dan Fe yang masih tersisa. Proses sintesis ini membutuhkan alat dan bahan seperti *hotplate*, magnet stirer, pengaduk, serbuk pasir puya (serbuk hasil penggilingan) dan aquades. Langkah pertama yaitu ditimbang massa serbuk setelah penggilingan untuk kedua pasir sebesar 30, 40, 50 dan 60 g. Penelitian ini menggunakan HCl 0,5M. Sehingga setiap sintesis HCl membutuhkan aquades sebesar 862,5 ml dan HCl sebesar 37,5 ml. Aquades yang telah terukur sebanyak 862,5 ml, selanjutnya dimasukkan kedalam *beaker glass* yang sudah di tempatkan di *hotplate*. *Beaker glass* yang telah tersisi aquades kemudian diisi dengan HCl sebanyak 37,5 ml, dimasukkan magnet stirer dan *hotplate* dinyalakan dengan kecepatan 600 rpm. Selanjutnya, *hotplate* dimatikan ketika HCl dan aquades sudah tercampur.

Kemudian, serbuk pasir puya yang telah ditimbang, dimasukan secara perlahan kedalam *hotplate*. Serbuk yang telah dimasukkan, kemudian diatur temperaturnya sebesar 80°C . Proses pengadukan memerlukan waktu selama 1 jam. Setelah itu, *hotplate* dimatikan dan larutan ditutup menggunakan *plastic wrap* dan dibiarkan selama 24 jam. Setelah 24 jam, terbentuk endapan dan larutan. Larutan disimpan dalam suatu wadah, sedangkan endapan dilakukan proses pencucian. Dengan langkah yang sama, dilakukan pada variasi-variasi massa yaitu massa 30, 40, 50 dan 60 g untuk kedua jenis pasir. Selanjutnya, endapan dicuci dengan menggunakan aquades sebesar 900 ml sampai pH yang didapatkan ± 7 . Pencucian dilakukan secara berulang-ulang sampai didapatkan pH ± 7 . Apabila larutan telah netral, endapan kemudian dikeringkan dengan menggunakan *hotplate*. Sehingga didapatkan massa serbuk puya pasca HCl untuk semua variasi massa. Sehingga didapatkan serbuk zirkon pasca HCl.

Selanjutnya, dilakukan beberapa pengujian untuk menganalisis

hasil sintesis P1_0 maupun P2_0. Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan menggunakan XRD dan XRF. Pengujian XRD dilakukan pada pasir murni (P1_0 dan P2_0), pasir setelah proses separasi magnet (P1_40S dan P2_40S), serta serbuk zirkon setelah sintesis HCl untuk semua variasi massa (P1_30H, P1_40H, P1_50H, P1_60H, P2_30H, P2_40H, P2_50H dan P2_60H). Kemudian pengujian XRF dilakukan pada pasir murni (P1_0 dan P2_0), pasir setelah ayakan mesh 40 (P1_40 dan P2_40) serta pasir setelah separasi magnet (P1_40S dan P2_40S).

Pengujian XRD digunakan untuk mengetahui kandungan fasa-fasa yang terbentuk. Sehingga dapat diketahui kandungan fasa-fasa yang terbentuk pada pasir murni, pasir setelah pasca proses separasi magnet, serta kandungan fasa-fasa setelah sintesis HCl untuk semua variasi massa. Sedangkan pengujian XRF dilakukan untuk mengetahui komposisi zirkon pada pasir murni, pasir setelah ayakan mesh 40 dan pasir setelah separasi magnet.

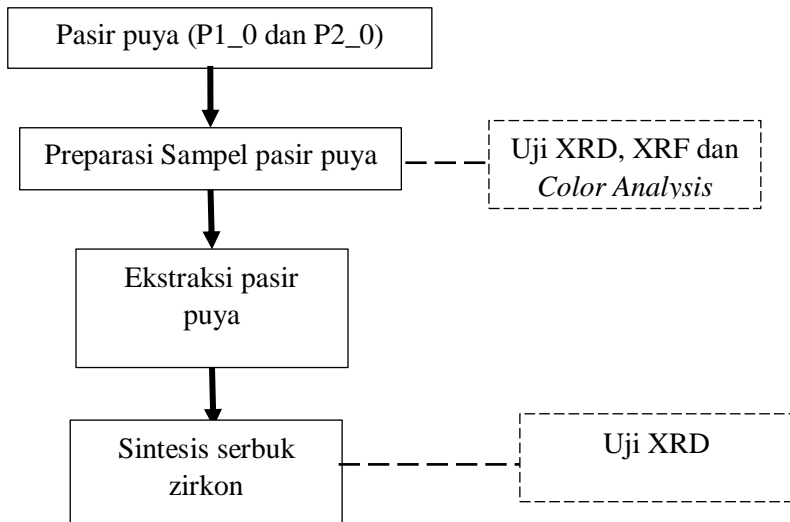
Pada penelitian ini, terdapat beberapa aplikasi yang digunakan untuk menganalisis hasil pengujian. Untuk menganalisis hasil pengujian XRD, penulis menggunakan aplikasi Match!3. Aplikasi Match!3 dilakukan dengan cara pencocokan (*matching*) antara pola yang terdapat pada aplikasi dan pola yang terbentuk berdasarkan data eksperimen. Selain itu, dengan menggunakan aplikasi Match!3 dapat diketahui fasa-fasa yang terbentuk pada sampel. Kemudian, pada penelitian ini juga menggunakan analisis *Rietveld* melalui perangkat lunak *Rietica*. Dengan menggunakan perangkat lunak *Rietica*, maka dapat digunakan untuk menganalisis hasil XRD secara kuantitatif. Sehingga, dapat diketahui pola penghalusan sampel dan besarnya komposisi fasa secara kuantitatif.

3.4 Metode *Color Analysis*

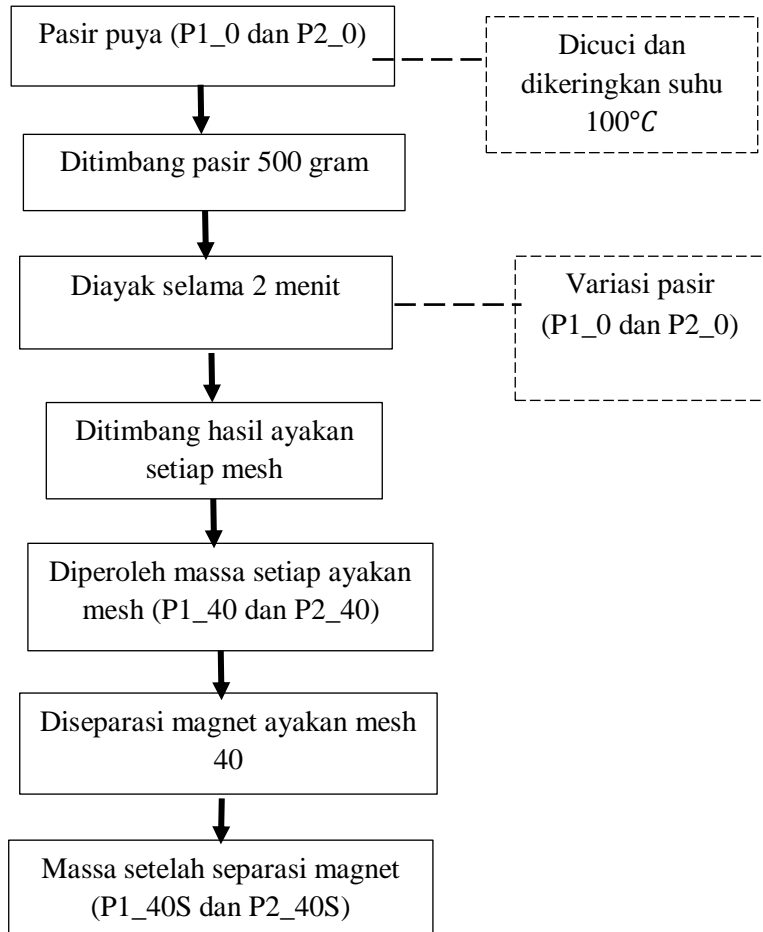
Penelitian ini juga menggunakan metode *Color Analysis* untuk mengetahui kandungan pasir zirkon. Metode ini dilakukan dengan pendekatan hasil uji XRF. Penelitian ini menggunakan 2 jenis metode *Color Analysis*, yaitu *Color Analysis I* dan *II*. *Color Analysis I* menggunakan aplikasi *Color Analysis* di playstore, sedangkan *Color Analysis II* menggunakan aplikasi buatan sendiri. Metode *Color Analysis* ini dilakukan dengan cara sampel-sampel dimasukkan ke dalam boks foto. Selanjutnya, dilakukan pengambilan gambar-gambar tiap sampel. Sehingga, didapatkan gambar-gambar tiap sampel. Kemudian, dari gambar-gambar tersebut, dianalisis dengan menggunakan software *Color Analysis I* dan *II*. Selanjutnya, dilakukan perbandingan kandungan zirkon pada *Color Analysis I* dan *II* dengan hasil uji XRF untuk semua sampel.

3.5 Diagram Alir Penelitian

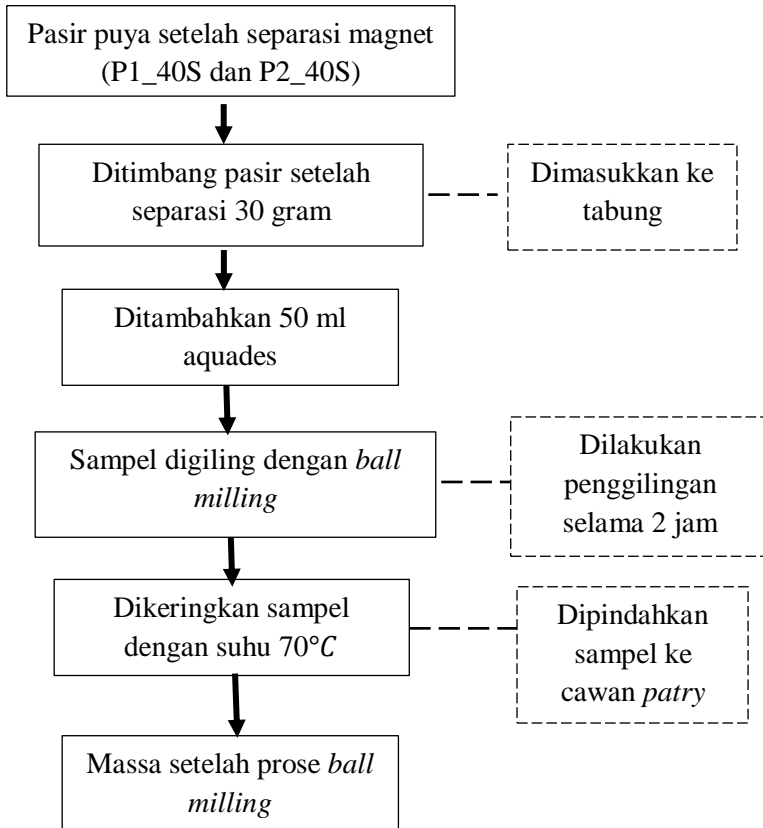
Berdasarkan langkah-langkah yang telah diuraikan di sub bab sebelumnya, maka dibuatlah diagram alir penelitian untuk memudahkan dalam memahami setiap langkah-langkah yang dibutuhkan pada proses sintesis serbuk zirkon dan metode *Color Analysis* yang meliputi preparasi sampel pasir puya, ekstraksi pasir puya, sintesis serbuk zirkon, dan metode *Color Analysis*.



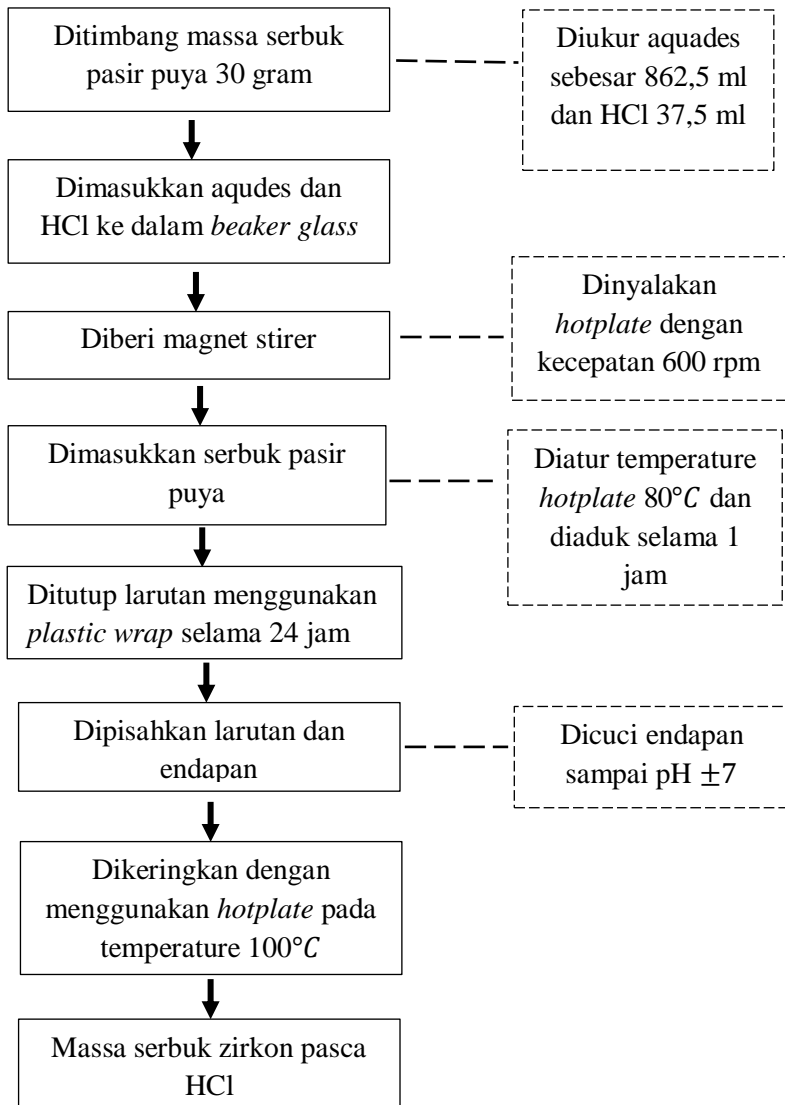
Gambar 3.1 Diagram alir secara umum



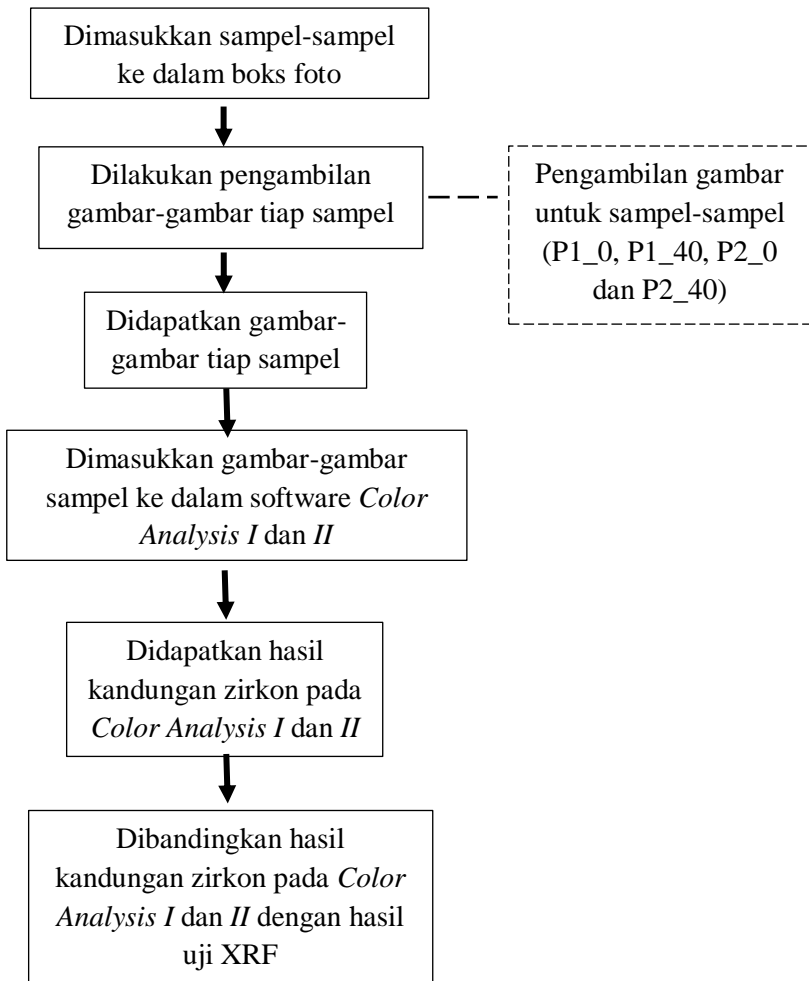
Gambar 3.2 Diagram alir preparasi sampel pasir



Gambar 3.3 Diagram alir ekstraksi pasir puya



Gambar 3.4 Diagram alir sintesis serbuk zirkon

Gambar 3.5 Diagram alir metode *Color Analysis*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Kandungan Pasir Zirkon

Komposisi unsur P1_0 dan P2_0 yang telah melewati tahap ayakan dengan mesh 40, separasi magnet, dan *ball milling* menurut uji *X-ray fluorescence* (XRF) ditunjukkan Tabel 4.1. Komposisi kedua pasir berbeda dengan P1_0 memiliki kandungan gabungan unsur zirkonium (Zr) dan silikon (Si) lebih banyak dibandingkan dengan P2_0, yaitu ~ 89,5 dibanding ~ 79,8 wt%. Keduanya mengandung unsur sekunder Ti dan Fe yang secara total mencapai 7 dan 17 wt%. Sementara itu, unsur Hf yang ada pada pasir-pasir tersebut menandakan bahwa keduanya mengandung senyawa zirkon ($ZrSiO_4$), karena zirkon selalu disertai oleh Hf Ejiofor dkk (1997).

Tabel 4.1 Komposisi Pasir Zirkon murni tipe P1_0 dan P2_0 dalam wt %

Unsur	P1_0	P2_0
Zr	83,49	70,00
Si	6,00	9,82
Ti	6,32	14,3
Fe	0,89	2,71
Hf	1,95	1,59

Selanjutnya, komposisi unsur P1_0 dan P2_0 setelah ayakan mesh 40 (sebelum separasi magnet) dan setelah separasi magnet (dengan kode P40 untuk ayakan dan S untuk separasi magnet) ditampilkan pada Tabel 4.2. Ayakan mesh 40 setara dengan penyaring berukuran 400 μm . Sebagai catatan, tahap ayakan

ditempuh dengan maksud agar pasir untuk proses lebih lanjut memiliki ukuran yang relatif seragam, sementara separasi magnet dimaksudkan untuk mengikat dan ‘menyingkirkan’ material magnetik non-zirkon sehingga lebih mudah mencapai kemurnian zirkon. Dari tabel diketahui bahwa banyaknya gabungan unsur zirkonium (Zr) dan silikon (Si) bertambah cukup signifikan (~ 5 wt%) pada pasir P1_0, tetapi tidak pada pasir P2_0 setelah kedua tahap tersebut. Pada pasir P1_0, unsur-unsur Si, Ti, Hf dan Fe berkurang setelah proses separasi magnet. Namun pada pasir P2_0 menunjukkan kenaikan kandungan unsur Si dan Hf. Sedangkan unsur Ti dan Fe pada pasir P2_0 mengalami pengurangan setelah separasi magnet.

Tabel 4.2 Komposisi pasir zirkon sebelum dan setelah separasi magnet dalam wt%

Unsur	P1		P2	
	Ayak mesh 40 (P1_40)	Setelah separasi magnet (P1_40S)	Ayak mesh 40 (P2_40)	Setelah separasi magnet (P2_40S)
Zr	81,12	82,39	59,79	66,14
Si	12,78	12,47	20,05	23,2
Ti	3,47	2,81	15,48	9,35
Hf	1,39	1,29	0,93	1,18
Fe	0,434	-	2,96	0,117

Komposisi unsur pasir P1_0 yaitu silikon (Si), titanium (Ti), hafnium (Hf), dan Fe berkurang setelah proses separasi magnet. Dari proses tersebut semua unsur berkurang dikarenakan unsur-unsur tersebut menempel pada batang magnet setelah proses separasi magnet, kecuali pada unsur zirkonium (Zr). Pasir P2_0 memiliki komposisi unsur yang bertambah dan berkurang setelah

separasi magnet. Hal tersebut dikarenakan pada saat proses separasi magnet, unsur Fe dan Ti (dalam bentuk senyawa FeTiO_3) banyak yang menempel pada batang magnet, sedangkan unsur silika (Si) dan hafnium (Hf) tidak dapat tertarik oleh magnet pada saat proses separasi magnet, sehingga mengakibatkan kandungan unsur Si dan Hf bertambah.

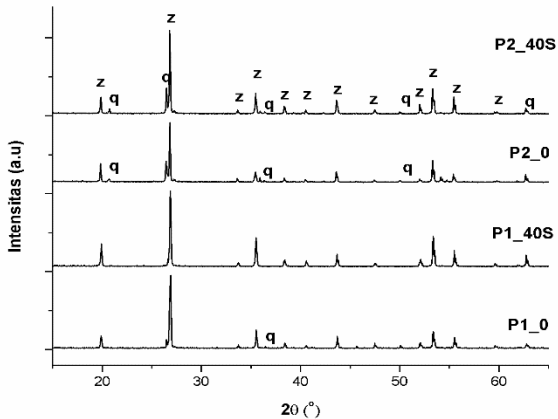
Komposisi unsur pada pasir P1_0 setelah tahap ayakan terdapat perubahan. Pada unsur titanium (Ti), ferrum (Fe), zirkonium (Zr) dan hafnium (Hf) berkurang setelah proses ayakan mesh 40. Unsur-unsur tersebut memiliki butir pasir dengan ukuran lebih besar dari $400 \mu\text{m}$, sehingga pasir dengan ukuran butir yang kurang dari $400 \mu\text{m}$ lolos namun dengan jumlah lebih sedikit. Sebaliknya, jumlah silikon (Si) lebih banyak, dikarenakan pasir lolos ayakan lebih banyak mengandung silikon (Si) daripada unsur-unsur lain.

Selanjutnya, perubahan komposisi unsur pada pasir P2_0 setelah melalui tahap ayakan disebabkan karena cukup banyak senyawa yang mengandung zirkonium (misal zirkon) yang berada pada butir yang ukurannya lebih besar daripada $400 \mu\text{m}$. Butir pasir dengan ukuran kurang dari $400 \mu\text{m}$ lolos dari ayakan, namun lebih sedikit mengandung zirkonium seperti ditunjukkan Tabel 4.2. Sebaliknya, pasir lolos ayakan mengandung lebih banyak titanium. Turunnya kandungan Ti dan Fe secara bersamaan pada sampel setelah separasi magnet mengindikasikan bahwa keduanya bersenyawa, diduga dalam bentuk ilmenit (FeTiO_3), seperti yang dilaporkan oleh Ejiiofor dkk (1997).

4.2 Analisis Fasa Pasir Zirkon

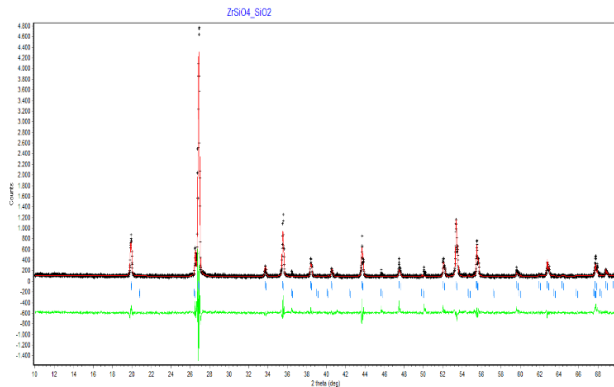
Gambar 4.1 menunjukkan pola-pola XRD sampel-sampel P1_0, P1_40, P2_0 dan P2_40. Analisis kualitatif menunjukkan bahwa fasa dominan yang terkandung pada pasir zirkon asli (P1_0,

P2_0) dan pasir P1_0 setelah separasi magnet (P1_40S) serta pasir P2_0 setelah separasi magnet (P2_40S) adalah zirkon (PDF 00-006-0266) dan kuarsa (PDF 00-085-0798). Sementara itu, selain kedua fasa itu, pasir E mengandung CaO.



Gambar 4.1 Pola-pola XRD (radiasi Cu-K α) sampel-sampel P1_0, P1_40, P2_0 dan P2_40 (simbol z= zirkon (ZrSiO_4) dan q=kuarsa (SiO_2))

Analisis kuantitatif menggunakan metode *Rietveld* melalui perangkat lunak *Rietica* diterapkan untuk menentukan komposisi fasa (fraksi berat relatif) pada masing-masing sampel. Contoh plot luaran penghalusan (*refinement*) Rietveld untuk Pasir 1 asli (P1_0) ditunjukkan seperti pada Gambar 4.3. Luaran analisis Rietveld untuk sampel-sampel P1_0, P1_40S dan P2_40S ditunjukkan Tabel 4.3.



Gambar 4.2 Contoh pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_0 (Pasir 1 murni)

Pada pola tersebut, warna merah menunjukkan model dari perangkat *Rietica*, warna hitam menunjukkan data dari sampel penelitian sedangkan warna hijau menunjukkan selisih antara model dengan data terukur. Hasil penghalusan dengan perangkat lunak Rietica dapat dinyatakan *acceptable* (dapat diterima) apabila memenuhi syarat, yaitu nilai *GoF* (*goodness-of-fit*) kurang dari 4 % dan untuk nilai-nilai kesesuaian parameter lain seperti R_p (*R-profile*) dan R_{wp} (*R-weighted profile*) kurang dari 20 % (Kisi, 1994).

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa semua sampel memiliki nilai R_p dan R_{wp} kurang dari 20%. Sedangkan untuk nilai *GoF* menunjukkan nilai kurang dari 4 %. Sehingga dapat dikatakan bahwa hasil analisis Rietveld terhadap semua data XRD pasir zirkon dengan perangkat lunak *Rietica* dinyatakan *acceptable* (dapat diterima). Tabel 4.3 menunjukkan komposisi zirkon Pasir 1 murni (P1_0) lebih dominan dari Pasir 2 (P2_0) dengan fasa kuarsa cenderung lebih sedikit. Sementara itu, setelah separasi magnet, komposisi fasa zirkon P1_0 berkurang, namun komposisi fasa kuarsa bertambah ~28,2 wt %. Sebaliknya, setelah separasi

magnet, komposisi fasa kuarsa P2_0 berkurang menjadi ~14 wt %.

Tabel 4.3 Parameter kecocokan dan fraksi berat relatif hasil analisis Rietveld dengan *Rietica* untuk semua sampel

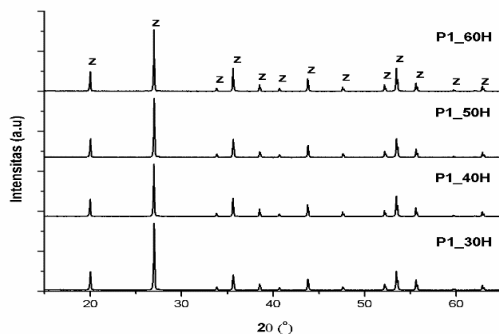
Sampel	Fasa	R _p	R _{wp}	R Bragg	GoF	a=b	c	Fraksi berat relatif (%)
P1_0	ZrSiO ₄	11,4	15,0	6,3	3,1	6,605(0)	5,978(0)	98(2)
	q-SiO ₂			6,1		4,908(0)	5,463(0)	1(0)
P1_40S	ZrSiO ₄	10,5	13,5	5,0	3,0	6,605(3)	5,981(3)	69(4)
	q-SiO ₂			2,7		4,881(1)	5,291(6)	30(6)
P2_0	ZrSiO ₄	12,5	17,1	7,6	4,0	6,610(6)	5,986(5)	59(2)
	q-SiO ₂			6,3		4,916(5)	5,407(7)	40(3)
P2_40S	ZrSiO ₄	11,2	14,7	7,0	3,5	6,604(4)	5,978(4)	73(1)
	q-SiO ₂			5,8		4,911(2)	5,405(4)	25(1)
	CaO			9,7		4,775(3)	4,775(3)	1(0)

P1_0 mengalami peningkatan fraksi berat fasa kuarsa setelah separasi magnet sebesar ~28,2 wt %, sementara hasil uji XRF unsur silikon (Si) setelah separasi magnet menunjukkan ~12,47 wt%. Artinya, unsur Si pada P1_0 berikatan dengan unsur oksigen (O) menghasilkan senyawa SiO₂ cukup banyak. Sementara itu, fraksi berat fasa kuarsa P2_0 setelah separasi magnet berkurang. Hal tersebut disebabkan karena unsur silikon (Si) berikatan dengan unsur oksigen (O) menghasilkan senyawa SiO₂ dalam jumlah lebih sedikit. Selain itu, Pasir 2 memiliki fasa lain setelah separasi magnet yaitu fasa CaO (kalsium oksida). Sehingga, fraksi berat fasa kuarsa P2_0 setelah separasi magnet (P2_40S) lebih sedikit dibanding P1_40S.

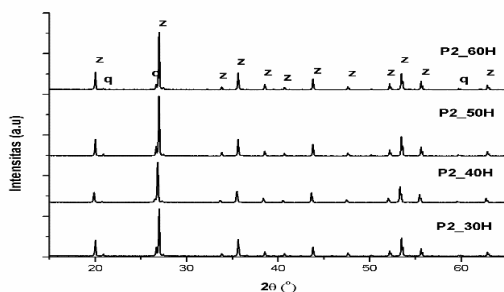
4.3 Analisis Sintesis Serbuk Zirkon

Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 menunjukkan pola-pola XRD

sampel-sampel P1_30H, P1_40H, P1_50H, P1_60 H (Pasir 1) dan P2_30H, P2_40H, P2_50H, P2_60H (Pasir 2) dengan kode (30, 40, 50, 60 untuk variasi massa pasir puya (g) dan H untuk sintesis HCl. Analisis kualitatif menunjukkan bahwa fasa dominan yang terkandung pada Pasir 1 setelah sintesis HCl (P1_30H, P1_40H, P1_50H, P1_60 H) adalah zirkon (PDF 00-083-1374). Sedangkan selain fasa zirkon, Pasir 2 mengandung kuarsa (PDF 00-085-0797).

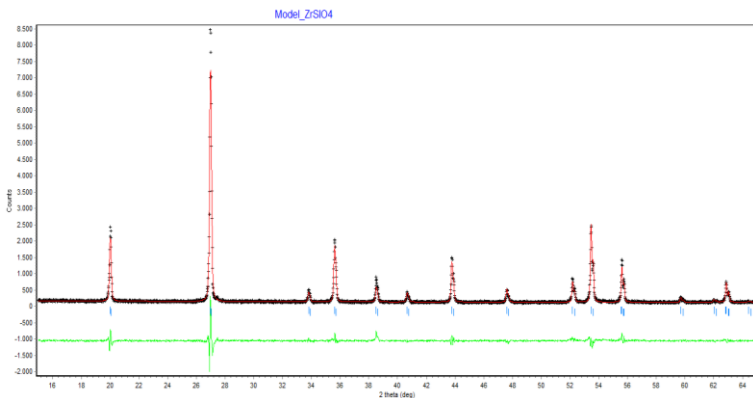


Gambar 4.3 Pola XRD (radiasi Cu-K α) sampel-sampel P1_30H, P1_40H, P1_50H, P1_60H

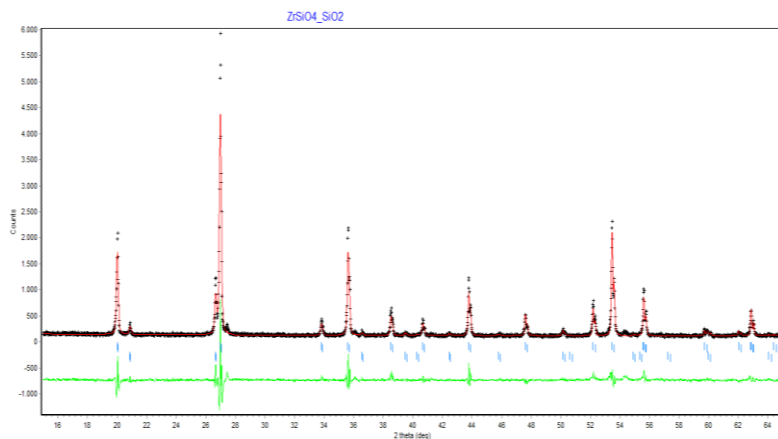


Gambar 4.4 Pola XRD (radiasi Cu-K α) sampel-sampel P2_30H, P2_40H, P2_50H, P2_60H

Selanjutnya, analisis kuantitatif menggunakan metode *Rietveld* melalui perangkat lunak *Rietica* menghasilkan contoh plot-plot luaran penghalusan (*refinement*) *Rietveld* untuk kedua pasir setelah sintesis HCl massa 30 g pada Pasir 1 (P1_30H) dan massa 30 g Pasir 2 (P2_30H) seperti ditunjukkan Gambar-gambar 4.5 dan 4.6. Luaran analisis *Rietveld* untuk sampel-sampel P1_30H, P1_40H, P1_50H, P1_60 H (Pasir 1) dan P2_30H, P2_40H, P2_50H, P2_60H (Pasir 2) ditunjukkan Tabel 4.4. Dari tabel tersebut menunjukkan nilai R_p dan R_{wp} kurang dari 20%. Sementara itu, nilai GoF menunjukkan nilai kurang dari 4 %. Sehingga hasil penghalusan dengan perangkat lunak *Rietica* semua sampel setelah sintesis HCl juga dinyatakan *acceptable* (dapat diterima).



Gambar 4.5 Contoh pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_30H (Pasir 1 setelah sintesis HCl dengan massa pasir puya 30 g).



Gambar 4.6 Contoh pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_30H (Pasir 2 setelah sintesis HCl dengan massa pasir puya 30 g)

Tabel 4.4 menunjukkan Pasir 1 dengan variasi massa memiliki fasa tunggal, yaitu zirkon. Sementara itu, Pasir 2 dengan variasi sama memiliki fasa zirkon dan kuarsa, seperti yang ditunjukkan pada hasil analisis kualitatif. Analisis kuantitatif menegaskan bahwa komposisi fasa Pasir 1 menunjukkan 100 % zirkon, berbeda dengan Pasir 2 yang memiliki komposisi zirkon dalam rentang 82%-89%.

Tabel 4.4 Parameter kecocokan dan fraksi berat relatif hasil analisis Rietveld dengan *Rietica* untuk semua sampel setelah sintesis HCl

Sampel	Fasa	R _p	R _{wp}	R Bragg	GoF	<i>a=b</i>	<i>c</i>	Fraksi berat relatif (%)
P1_30H	ZrSiO ₄	8,8	11,1	3,2	2,8	6,601(3)	5,977(3)	100(0)
P1_40H	ZrSiO ₄	10,7	14,2	5,0	4,0	6,599(3)	5,975(3)	100(0)
P1_50H	ZrSiO ₄	9,6	12,7	4,0	3,2	6,606(6)	5,982(6)	100(0)
P1_60H	ZrSiO ₄	10,5	13,9	4,8	3,9	6,603(5)	5,979(4)	100(0)
P2_30H	ZrSiO ₄	10,0	13,2	4,6	3,4	6,606(3)	5,981(3)	82(1)
	q-SiO ₂			3,0		4,913(2)	5,404(2)	17(1)
P2_40H	ZrSiO ₄	9,8	13,0	6,3	3,0	6,606(1)	5,981(0)	89(1)
	q-SiO ₂			3,2		4,913(0)	5,401(0)	10(1)
P2_50H	ZrSiO ₄	10,6	13,9	4,2	3,9	6,609(7)	5,984(6)	83(1)
	q-SiO ₂			2,7		4,914(5)	5,407(6)	16(1)
P2_60H	ZrSiO ₄	10,7	14,0	5,0	3,9	6,606(3)	5,982(3)	88(2)
	q-SiO ₂			1,8		4,913(2)	5,405(3)	11(1)

Komposisi unsur Si Pasir 1 setelah separasi magnet dengan uji XRF adalah 12,47 wt%, sedangkan komposisi unsur Ti adalah 2,81 wt%. Sementara itu, komposisi fasa Pasir 1 dengan menggunakan perangkat lunak *Rietica* menunjukkan terbentuk fasa zirkon (ZrSiO₄) 100% ditunjukkan Tabel 4.4. Dengan demikian, setelah sintesis HCl, unsur titanium (Ti) Pasir 1 telah hilang sehingga hanya diperoleh 1 fasa, yaitu zirkon. Seperti yang diungkapkan oleh Ejifor dkk (1997), unsur Ti mungkin tertanam dalam butir, sedangkan unsur hafnium (Hf) terdapat di permukaan zirkon. Selanjutnya, Pasir 2 memiliki 2 komposisi fasa, yaitu zirkon (ZrSiO₄) dan kuarsa (SiO₂). Pasir 2 setelah separasi magnet memiliki kandungan unsur titanium (Ti) sebesar 9,35 wt%. Sedangkan unsur silikon (Si) setelah separasi magnet menunjukkan 23,2 wt%. Proses sintesis HCl berhasil menghilangkan unsur

titanium (Ti), namun tidak dengan unsur silikon (Si) seperti yang dilaporkan oleh Musyarofah (2018). Proses sintesis HCl menghilangkan unsur Ti, karena unsur titanium (Ti) dapat “diikat” oleh HCl. Sehingga, Pasir 2 menghasilkan 2 fasa, yaitu zirkon ($ZrSiO_4$) dan kuarsa (SiO_2).

Kualitas zirkon yang terbentuk pada kedua pasir berbeda. Pasir 1 memiliki kualitas zirkon lebih banyak dibandingkan pasir E. Tabel 4.4 menunjukkan fraksi berat fasa zirkon Pasir 1 adalah 100 wt %, sedangkan Pasir 2 memiliki fraksi berat zirkon dalam rentang 82 wt%- 89wt%. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemakaian HCl 0,5 M dan temperatur 80°C dapat memproduksi zirkon murni dengan jumlah 2 kali lipat dari sebelumnya. Sementara itu, Pasir 2 dengan variasi massa pasir zirkon 40 g menghasilkan fraksi berat zirkon terbanyak yaitu 89,84%, sedangkan fraksi berat zirkon terbanyak kedua diperoleh ketika massa pasir zirkon 60 g yaitu sebesar 88,16 wt%.

Sehingga, dapat disimpulkan bahwa Pasir 1 dengan semua variasi massa menghasilkan zirkon murni. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya dapat digunakan massa serbuk zirkon 60 g, alih-alih 30 g, sehingga waktu sintesis lebih efisien. Selanjutnya, Pasir 2 menunjukkan fraksi berat fasa zirkon pada massa pasir zirkon 60 g mendekati nilai fraksi berat fasa zirkon 40 g. Sehingga, untuk penelitian selanjutnya, massa pasir zirkon 60 g juga dapat digunakan untuk menghasilkan zirkon dalam cara lebih efisien, namun kualitasnya sedikit kurang baik daripada Pasir 1.

4.4 Analisis Kandungan Pasir Zirkon dengan *Color Analysis*

Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 menunjukkan hasil pengambilan gambar-gambar pada sampel-sampel (P1_0, P2_0, P1_40 dan P2_40) untuk penggunaan 2 buah *software Color Analysis*, (I) aplikasi *Color Analysis* yang tersedia di PlayStore dan (II) aplikasi

buatan sendiri. *Color Analysis* adalah metode yang dicoba diperkenalkan melalui penelitian untuk menyederhanakan pengenalan kualitas pasir zirkon (puya) melalui foto. Alih-alih melakukan pengukuran analitik seperti XRF, kualitas pasir dianalisis berdasarkan foto pasir yang diambil secara khusus. Foto pasir tersebut kemudian dianalisis menggunakan dua *software* tersebut untuk kemudian dibandingkan dengan hasil analisis XRF sebagai acuan.



Gambar 4.7 (a) Pasir 1 murni (P1_0) dan (b) Pasir 1 setelah ayakan mesh 40 (P1_40) dengan menggunakan boks foto *Color Analysis*



Gambar 4.8 (a) Pasir 2 murni (P2_0) dan (b) Pasir 2 setelah ayakan mesh 40 (P2_40) dengan menggunakan boks foto *Color Analysis*

Berdasarkan metode *Color Analysis I*, pengelompokan warna dilakukan berdasarkan karakteristik warna dari unsur-unsur utama pasir zirkon. Unsur-unsur tersebut adalah zirkonium (Zr), silikon (Si) dan ferrum (Fe). Unsur zirkonium (Zr) diasumsikan memiliki warna cenderung merah, kuning, sedikit hitam dan coklat kemerahan. Unsur silikon (Si) memiliki warna-warna putih, warna tanah, abu-abu dan krem. Sementara itu, Fe memiliki warna cenderung gelap (*dark*). Sehingga, pengelompokan masing-masing warna dikelompokkan menjadi R(*Red*), B (*Black*), W (*White*) dan O (*Others*). Kandungan unsur zirkonium (Zr) tiap-tiap sampel dapat diketahui dari pengelompokan warna-warna R, B, W dan O tersebut. Selanjutnya, dilakukan metode *Color Analysis II*. Metode ini menggunakan pengelompokan unsur-unsur dengan warna-warna yang sama. Pengelompokan unsur-unsur tersebut menggunakan 3 jenis warna, yaitu warna merah kecoklatan, hitam dan putih-abu-abu. Warna merah kecoklatan identik dengan unsur zirkonium dan hafnium (Zr+Hf), warna hitam identik dengan unsur ferrum dan titanium(Fe+Ti), serta warna putih-abu-abu identik dengan unsur silikon (Si).

Hasil-hasil uji XRF 4 sampel dan luaran *Color Analysis I* dan II ditunjukkan Tabel 4.5. Keakuratan metode *Color Analysis* dapat dilihat dari kandungan unsur-unsur pada pasir zirkon, terutama Zr+Hf (yang diasumsikan berupa zirkon) dan Fe+Ti (yang diasumsikan berupa ilmenit).

Tabel 4.5 Rekapitulasi perbandingan uji XRF dan *Color Analysis I* dan II

Sampel	Hasil uji XRF (wt %)		<i>Color anal. I (%)</i>		<i>Color anal. II (%)</i>	
	Zr+Hf	Fe+Ti	Zr+Hf	Fe+Ti+Si	Zr+Hf	Fe+Ti
			(R)	(W)		
P1_0	86,0	7,2	81,1	18,2	87,3	5,1
P1_40	89,1	4,1	84,0	14,8	88,3	4,1
P2_0	72,0	17,3	62,3	37,2	75,1	17,3
P2_40	76,0	14,3	62,0	37,0	68,0	24,5

Tabel 4.5 menunjukkan kandungan unsur zirkonium dan hafnium (Zr+Hf) menggunakan *Color Analysis I* terpaut cukup jauh dengan hasil uji XRF. Rentang selisih hasil analisis pada P1_0, P1_40, P2_0 dan P2_40 berturut-turut adalah 4,9%, 5,1%, 9,7% dan 14% dengan hasil uji XRF.

Sementara itu, Tabel 4.5 juga menunjukkan pengelompokan unsur-unsur pada *Color Analysis II*. Selisih hasil analisis untuk tiap sampel (P1_0, P1_40, P2_0, P2_40) adalah, berturut-turut, 1,3%, 0,8%, 3,1% dan 8% terhadap hasil uji XRF. Dengan kata lain, metode *Color Analysis II* lebih cocok digunakan dibanding *Color Analysis I*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan utama dari penelitian ini ada dua, yaitu berkaitan dengan:

1. Pengaruh variasi massa pasir puya dan pengurangan molaritas pada pembentukan zirkon, yaitu:
 - a. Pasir 1 dengan semua variasi massa memiliki kandungan zirkon 100 wt %, Dengan kata lain, produktivitas zirkon pada Pasir 1 meningkat 100%.
 - b. Kandungan tertinggi zirkon pada Pasir 2 adalah 89,84 wt% dan terjadi pada massa pasir zirkon 40 gr. Dengan kata lain, produktivitas zirkon pada Pasir 2 meningkat 65 %.
 - c. Pengurangan molaritas HCl dari 2M menjadi 0,5M dan temperatur pemrosesan pasir dari 100°C menjadi 80°C tetap efektif menghasilkan unsur zirkonium (Zr) dan fasa zirkon dalam jumlah besar.
2. Kualitas pasir zirkon dapat berbeda seperti ditunjukkan oleh
 - a. Efektivitasnya dalam menghasilkan zirkon dalam jumlah besar.
 - b. Kemurnian produk sintesisnya.
3. Aplikasi *Color Analysis II* telah berhasil dibuat dengan akurasi penentuan kandungan zirkon cukup baik. Maksimum margin kesalahan 8% terjadi pada hasil analisis foto sampel dengan warna putih-abu-abu (diduga silika) yang menurut XRF mengandung Si > 14 wt%.

5.2 Saran

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis ingin memberikan saran untuk penelitian di masa depan sebagai berikut:

- 1) Pengujian XRF yang telah dilakukan penulis masih belum optimal, sehingga perlu dilakukan pengujian XRF setiap proses dari sintesis serbuk ini agar data yang didapat lebih akurat.
- 2) Penelitian ini belum melakukan pengujian SEM/EDX sehingga perlu dilakukan pengujian SEM/EDX untuk mengetahui morfologi dari sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, S.D.2015. Pengaruh Konsentrasi Larutan HNO_3 dan Waktu Kontak Terhadap Desorpsi Kadmium (II) yang Terikat Pada Biomassa *Azolla Micropylla*-Sitrat. *Kimia Student Journal*. Vol.1 (1): 636-642.
- Affatato, S., et al. Alumina femoral head fracture: An in vitrstudy. *The International Journal of Artificial Organs*, 2000, 23(4):256-260.
- Anisa, I. S. 2020. Karakterisasi Sifat Optik dan Termomekanik Komposit PMMA/Nano-Kuarsa. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya
- Antara. (2013, Juli Rabu). *Pasir Zirkon Palangka Raya Diminati Investor Asing*. Retrieved from Investor Daily Indonesia: <https://investor.id/energy/pasir-zirkon-palangka-raja-diminati-investor-asing>
- Budiman,A. 2012. Studi Eksperimental Pengaruh Konsentrasi Larutan Terhadap Laju Pelepasan Material Pada Proses Electrochemical Mechining. *Jurnal Teknik Pomits*. Vol.1 (1): 1-5.
- Cotton,F.A. & Wilkinson, G. 1998. *Advance Inorganic Chemistry A Comprehensive Text*. Toroton: John Willey & Sons, Inc.
- Desrosier, N. W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Penerjemah M. Muljohardjo, UI-Press, Jakarta.
- Dian Mira F. 2017. Efektivitas Pendekatan Sainifik pada Materi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. Universitas Lampung: Bandar Lampung
- Gonçalves, M.R.F., Bergmann, C.P., 2007. Thermal insulators made with rice husk ashes: Production and correlation between properties and microstructure. *Constr. Build. Mater*. 21, 2059–2065.

- Habashi F.1999. Textbook Metallurgy. Quebec City: Canada
- Harsono,H. 2002. Pembuatan Silika Amorf dan Limbah Sekam Padi. Volume 3, Nomor 2, Halaman 98-103, Jurnal Ilmu Dasar.
- Herman DZ. 2007. Kemungkinan sebaran zirkon pada endapan placer di Pulau Kalimantan. Jurnal Geologi Indonesia, 2(2), 87-96.
- Hildayati, Triwikantoro, Faisal, H., dan Sudirman. 2009. Sintesis dan Karakterisasi Bahan Komposit Karet Alam-Silika. Seminar Nasional Pascasarjana IXITS. ITS. Surabaya.
- Irma, D. A., May 2012. Pentingnya Mengetahui Proses Pengayakan Dalam Sediaan Farmasi. Purwokerto:Universitas Jenderal Soedirman.
- I Wayan S.2017.Teorii Tumbukan pada Laju Reaksi.Universitas Udayana: Bali
- Khikmah, N. 2015. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Laju Alir pada Penentuan Kreatinin Dalam Urin Secara Sequential Injection Analysis. Kimia Student Journal. Vol.1 (1): 613-615.
- Kwela, Z.N. 2006. Alkali Fusion Processes for Recovery of Zirconia and Zirconium From Zircon Sand. Afrika Selatan: University of Pretoria
- Lestari, Dwi Novia. 2017. Sintesis Serbuk Nano-Zirkon dengan Metode Penggilingan dan Anil. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Mahmoud, M.E., Nabil, G.M., Mahmoud, S.M.E., 2015. High performance nano-zirconium silicate adsorbent for efficient removal of copper (II), cadmium (II) and lead (II). J. Environ. Chem. Eng. 3, 1320–1328.
- Manhique, A. (2003). Optimisation of Alkali-fusion Process for Zircon Sands: A Kinetic Study for the Process.University

- of Pretoria, Pretoria.
- Mikrianto, E., Yunus, R., Wahyuliani, G. 2018. Ekstraksi Zirkon (ZrO_2) dari Pasir Zirkon Katingan Sebagai Prekursor Sintesis Oksida Pirovskit $SrZrO_3$. Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah. Vol 3:321-327.
- M. Rosidi, "Pengadukan dalam Proses Koagulasi Flokulasi", Chemistry-Environment (ChemVi), 8 Juni 2015
- Musyarofah, Lestari Dwi, dkk. 2018. Synthesis of high purity zircon, zirconia, and silica nanopowders from local zircon sand. Suarabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Petrucci, R.H. 1985. Kimia Dasar Prinsip dan Terapan Modern Jilid 2. Jakarta: Gramedia
- Poernomo, H., 2012. Informasi umum zirkonium, Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan, Badan Tenaga Nuklir Nasional, Hal. 12-19, Yogyakarta.
- Putra, Putu Wibawa. 2015. Cairan Tubuh. Bali: Universitas Udayana.
- Radius, D. B. (2012, April Selasa). *Pasir Zirkon Diekspor Tanpa Diolah*. Retrieved from Kompas.com: <https://regional.kompas.com/read/2012/04/17/22551258/Pasir.Zirkon.Diekspor.Tanpa.Diolah>
- Ran Liu, Jing Kui Qu, Jing Song, Tao Qi, Ailing Du. 2013. Analysis of Water Leaching and Transition in Zirconium Oxychloride Octahydrate Production.
- Rietveld, H. M. 1969. A profile refinement method for nuclear and magnetic structures. *Journal of Applied Crystallography* 2(2): 65-71.
- Schuiling, D. Roelof. Gibbs. 1976. Energies of Formation of Zircon, Thorite, and Phenacite. Utrecht University, Netherland.
- Setiawan, A.N. 2007. Ekstraksi dan Karakterisasi Pasir Zirkon Ke

- Zirkonia dengan Proses Alkali Fusion. Tugas akhir.
Bandung: Jurusan S1 Teknik Material Institut Teknologi
Bandung.
- Smallman, R.E., Bishop, R.J., 1999. Modern physical metallurgy and materials engineering: science, process, applications, 6th ed. ed. Butterworth Heinemann, Oxford ; Boston.
- Sudarto, Kallista D, Hermawan D. 2008. Kajian teknis aspek pengawasan bahan nuklir dalam pasir zirkon. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Pusat Pengkajian Sistem Teknologi dan Pengawasan Instalasi Bahan Nuklir.2: 30-38. Sudjoko.
- Sudjaswadi,R.. 2002. *Hand Out Kimia Fisika*. Fakultas Farmasi UGM. Yogyakarta.
- Sulistyo, Budi. 2005. Pembuatan Zirkon Tetraklorida dari Pasir Zirkon dengan Proses Kering Secara Langsung.
Yogyakarta:BATAN.
- Suwargi B.Pardiarto,dan T.Ishlah.Potensi Logam Tanah Jarang di Indonesia. Buletin Sumber Data Geologi,5 131-140,2010.
- Syamsunarto, D.,Yohanes. 2018.Studi Eksperimental Pengaruh Variasi Mekanis Empat Batang pada Mesing Pengayak Terhadap Kapasitas Produksi Ayakan. Pekanbaru Riau:Universitas Kampus Bina Widya.
- Totok W dan Ninis Hadi H. 2008. Penentuan Mineral dan Logam sebagai Material Dasar dalam Pengembangan Potensi Kalimantan Selatan sebagai Daerah Penghasil Nanomaterial. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat.
- Trianasari.2017. Analisis dan Karakterisasi Kandungan Silika (SiO_2) sebagai Hasil Ekstraksi Batu Apung (*Pumice*).Lampung: Universitas Lampung.
- Utomo, S. 2015. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaNO_2 Sebagai

Inhibitor Terhadap Laju Korosi Besi dalam Media Air Laut. *Jurnal Teknologi*. Vol.7 (2): 93-103.

Van, V., Lawrence H., 1992, *Ilmu dan Teknologi Bahan Ilmu Logam dan Bukan Logam*, Edisi ke 5, Erlangga, Jakarta.

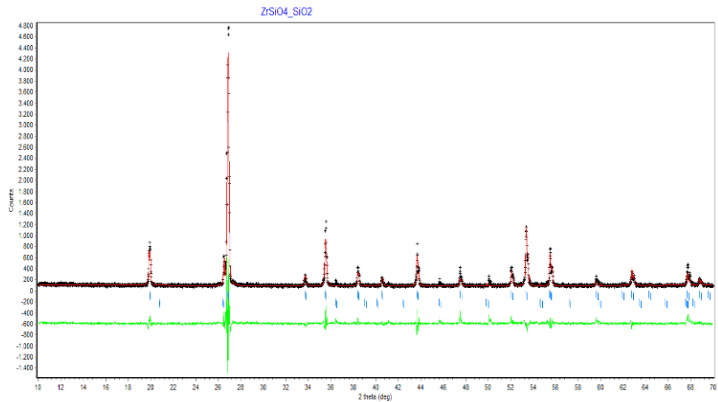
Voight, R., 1994, *Buku Pengantar Teknologi Farmasi*, 572-574, diterjemahkan oleh Soedani, N., Edisi V, Yogyakarta, Universitas Gadjah Mada Press.

www.crystallography.net

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A

Hasil Luaran Rietica



Gambar 1 Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_0 (Pasir 1 murni)

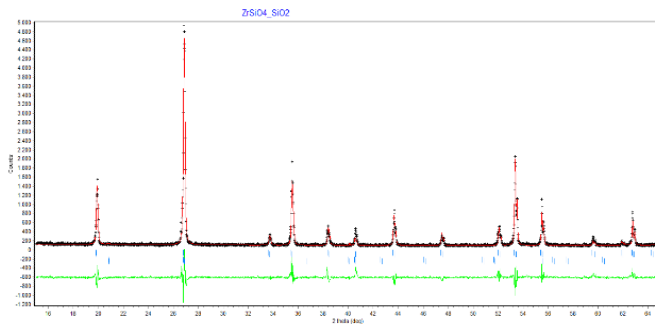
Parameter Global:

$$Gof = 3,146$$

$$R_p = 11,425$$

$$R_{Bragg} = \text{ZrSiO}_4 (6,35) \\ \text{SiO}_2 (5,11)$$

$$R_{wp} = 15,048$$



Gambar 2. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_40S (Pasir 1 setelah separasi magnet)

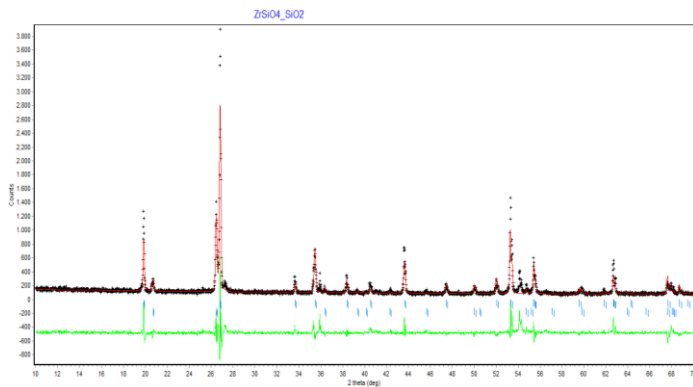
Parameter Global:

$$Gof = 2,988$$

$$R_p = 10,448$$

$$R_{Bragg} = \text{ZrSiO}_4 (5,02) \\ \text{SiO}_2 (2,67)$$

$$R_{wp} = 13,504$$



Gambar 3. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_0 (Pasir 2 murni)

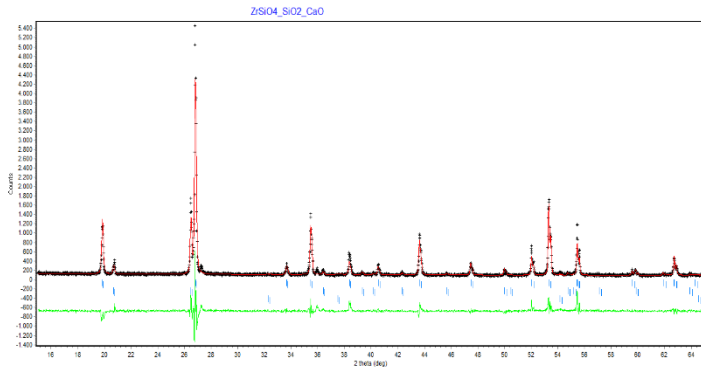
Parameter Global:

$$Gof = 3,984$$

$$R_p = 12,466$$

$$R_{Bragg} = \text{ZrSiO}_4 (7,61) \\ \text{SiO}_2 (6,25)$$

$$R_{wp} = 17,5$$



Gambar 4. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_40S (Pasir 2 setelah separasi magnet)

Parameter Global:

$$Gof = 3,506$$

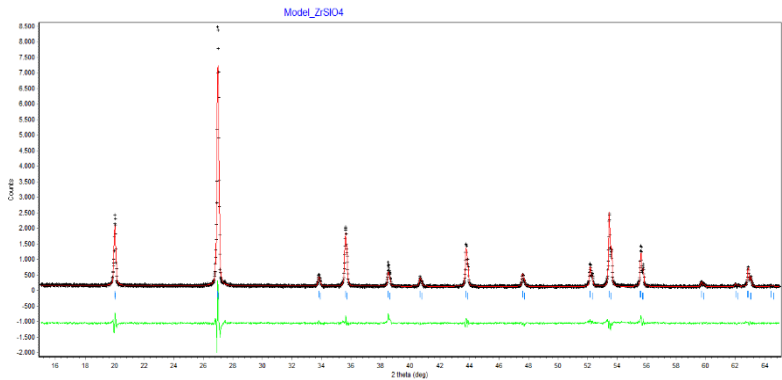
$$R_p = 11,211$$

$$R_{Bragg} = \text{ZrSiO}_4 (7,03)$$

$$\text{SiO}_2 (5,78)$$

$$\text{CaO} (9,67)$$

$$R_{wp} = 14,663$$



Gambar 5. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_30H (Pasir 1 sintesis HCl dengan massa pasir puya 30 g)

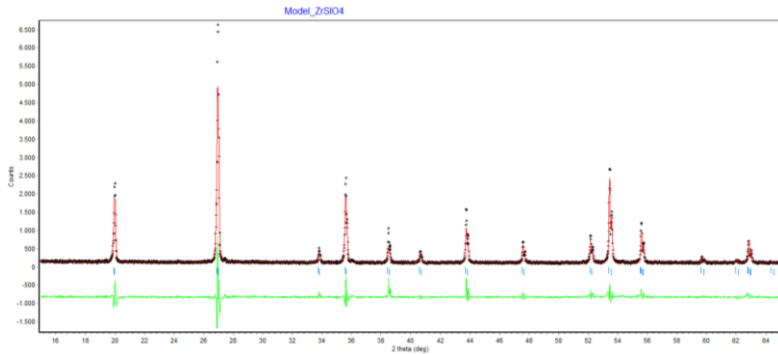
Parameter Global:

$$Gof = 2,777$$

$$R_p = 8,708$$

$$R_{Bragg} = \text{ZrSiO}_4 (3,29)$$

$$R_{wp} = 11,183$$



Gambar 6. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_40H (Pasir 1 sintesis HCl dengan massa pasir puya 40 g)

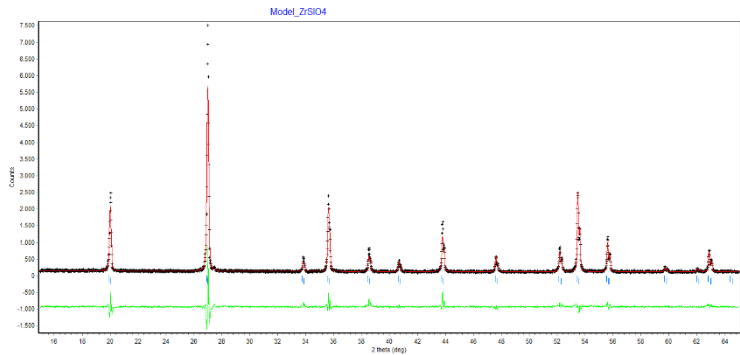
Parameter Global:

$$Gof = 3,922$$

$$R_p = 10,631$$

$$R_{Bragg} = \text{ZrSiO}_4 (5,04)$$

$$R_{wp} = 14,265$$



Gambar 7. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_50H (Pasir 1 sintesis HCl dengan massa pasir puya 50 g)

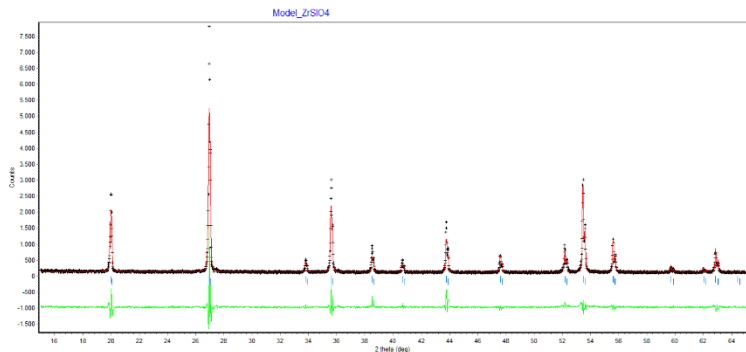
Parameter Global:

$$Gof = 3,248$$

$$R_p = 9,589$$

$$R_{Bragg} = \text{ZrSiO}_4 (3,99)$$

$$R_{wp} = 12,658$$



Gambar 8. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P1_60H (Pasir 1 sintesis HCl dengan massa pasir puya 60 g)

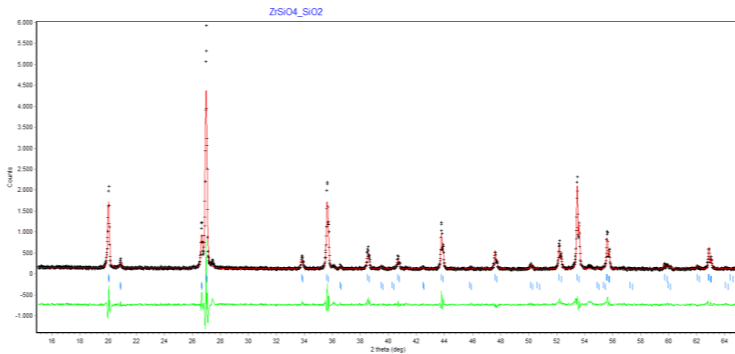
Parameter Global:

$$Gof = 3,818$$

$$R_p = 10,421$$

$$R_{Bragg} = \text{ZrSiO}_4 (4,78)$$

$$R_{wp} = 13,801$$



Gambar 9. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_30H (Pasir 2 sintesis HCl dengan massa pasir puya 30 g)

Parameter Global:

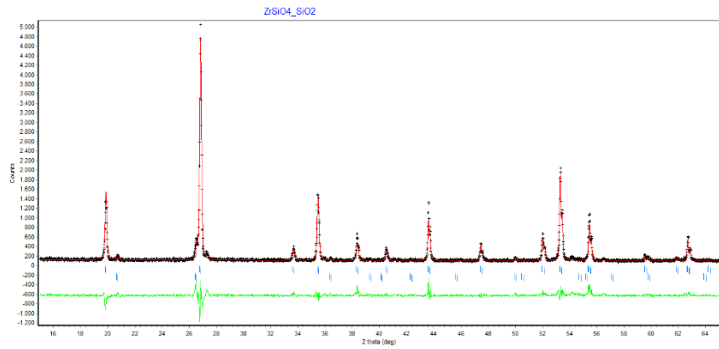
$$Gof = 3,389$$

$$R_p = 9,982$$

$$R_{Bragg} = \text{ZrSiO}_4 (4,53)$$

$$q\text{-SiO}_2 (3,02)$$

$$R_{wp} = 13,226$$



Gambar 10. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_40H (Pasir 2 sintesis HCl dengan massa pasir puya 40 g)

Parameter Global:

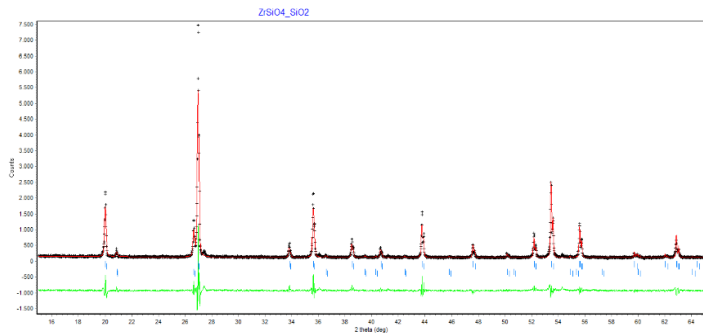
$$Gof = 2,955$$

$$R_p = 9,786$$

$$R_{Bragg} = \text{ZrSiO}_4 (6,34)$$

$$q\text{-SiO}_2 (3,23)$$

$$R_{wp} = 12,99$$



Gambar 11. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_50H (Pasir 2 sintesis HCl dengan massa pasir puya 50 g)

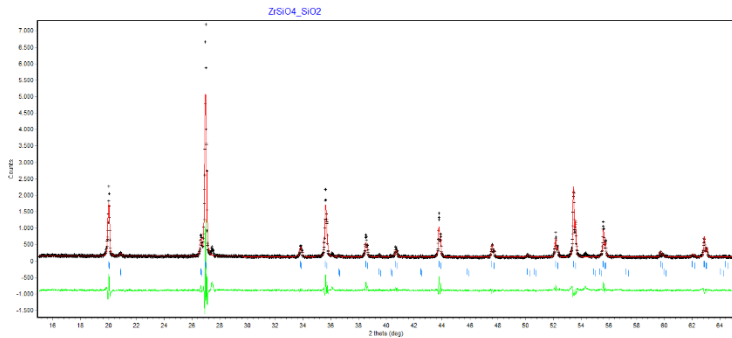
Parameter Global:

$$Gof = 3,826$$

$$R_p = 10,525$$

$$R_{\text{Bragg}} = \text{ZrSiO}_4 (4,26) \\ \text{q-SiO}_2 (2,61)$$

$$R_{\text{wp}} = 13,846$$



Gambar 12. Pola penghalusan dengan perangkat lunak Rietica untuk sampel P2_60H (Pasir 2 sintesis HCl dengan massa pasir puya 60 g)

Parameter Global:

$$Gof = 3,826$$

$$R_p = 10,525$$

$$R_{\text{Bragg}} = \text{ZrSiO}_4 (4,26) \\ \text{q-SiO}_2 (2,61)$$

$$R_{\text{wp}} = 13,846$$

LAMPIRAN B

Hasil analisis dengan *Color Analysis*

Tabel 1. Persentase tiap-tiap warna pada pasir tipe 1 dan tipe 2

Color	Pasir 1		Pasir 2	
	Asli (P1_0)	Ayak mesh 40 (P1_40)	Asli (P2_0)	Ayak mesh 40 (P2_40)
Raw Umber	19,4	19,0	14,2	14,2
Chamoisee	18,8	21,0	13,0	12,0
Desert	8,1	10,0	6,0	5,0
Dark Brown	7,6	2,1	10,1	10,2
Pastel Brown	1,2	0,1	2,2	2,0
Sepia	1,1	6,1	1,7	1,4
Bistre	0,8	0,2	4,7	4,7
Burlywood	0,7	1,2	2,0	0,2
Khaki	0,6	0,2	0,6	0,4
Desert Sand	0,1	0,1	0,1	0,0
Apricot	0,0	0,0	0,0	0,0
Copper	0,0	0,1	0,0	0,0
Champagne	0,0	0,0	0,0	0,0
Fawn	0,0	0,1	0,0	0,0
Dark Lava	0,0	0,0	0,8	0,7
Golden Brown	0,0	0,1	0,0	0,0
Seashell	0,0	0,0	0,0	0,0
Sunset	0,0	0,0	0,0	0,0
Earth Yellow	0,0	0,0	0,0	0,0
Peach	0,0	0,0	0,0	0,0
Indian Yellow	0,0	0,0	0,0	0,0
Wheat	0,0	0,0	0,0	0,0
Chocolate	0,0	0,0	0,0	0,0
Shadow	0,0	0,0	0,1	0,0
Bronze	0,0	0,0	0,0	0,0
Bole	16,9	15,2	14,0	14,6
Auburn	13,0	15	11,0	12,0
Dark Chestnut	4,1	2,0	3,0	3,0
Cinereous	0,1	0,0	1,0	0,6
Dark Sienna	5,8	5,4	11,3	12,4

Seal Brown	0,4	0,3	5,2	5,0
Sand	0,6	0,3	0,4	0,3
Bazaar	0,0	0,0	0,1	0,0
Brown	-	0,0	-	0,0
Dark Salmon	-	0,3	-	-
Burnt Umber	-	0,1	-	-
Prune	-	0,6	-	-
Baby Pink	-	-	0,0	-
Black	-	-	1,0	0,5
Bubble Gum	-	-	0,0	-
Eggplant	-	-	0,1	0,1

Tabel 2. Pengelompokan analisis warna R, B, W dan O

Analisis Warna	Jenis-jenis warna
R (Red)	red, yellow, magenta, almost black
B (Black)	Black
W (White)	Light grey, white, almost white, almost light grey, almost dark grey, dark grey
O (Others)	green, blue, cyan

Tabel 3. Pengelompokan analisis warna R, B, W, dan O menggunakan *Color Analysis I*

Sampel	Color analysis I (%)
P1_0	R = 81,2 B = 0,0 W = 18,2 O = 0,0
P1_40	R = 84,0 B = 0,1 W = 15,2 O = 0,7
P2_0	R = 62,0 B = 0,7

	W =37,1
	O =0,2
P2_40	R =62,0
	B =0,6
	W =37,0
	O =0,2

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Tuban pada tanggal 2 Juli 1997, merupakan anak pertama dan satu-satunya dari pasangan Bapak M. Romli dan Ibu Muhermi. Pendidikan formal yang telah ditempuh penulis yaitu TK Tunas Mulia (2002-2004), SDN Sumurgung II (2004-2010), SMPN 4 Tuban (2010-2013), SMAN 2 Tuban (2013-2016). Penulis diterima sebagai mahasiswa S1 di Institut Teknologi Sepuluh Nopember melalui jalur SNMPTN pada tahun 2016. Penulis diterima di Departemen Fisika dan terdaftar menjadi angkatan 2016 dengan NRP 01111640000021. Penulis mengambil salah satu bidang minat yaitu bidang minat material. Selain itu, penulis menjadi juga menjadi salah satu anggota Tim Bahan Alam dibawah bimbingan Prof.Suminar Pratapa,Ph.D. Apabila terdapat kritik dan saran dapat dikirim ke email penulis hanifahumi909@gmail.com.