

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN

**PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI AKSELERATOR
BATAN YOGYAKARTA**



Oleh:
Widya Wahyu Andriani
22160295D

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2019**

LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANGAN
DI PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI AKSELERATOR
BATAN YOGYAKARTA

22 Juli 2019 – 22 Agustus 2019

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Akademik

Program Studi S-1 Teknik Kimia

Fakultas Teknik Universitas Setia Budi Surakarta



Oleh:
Widya Wahyu Andriani
22160295D

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2019

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN NATRIUM HIDROKSIDA PADA SINTESIS PASIR ZIRKON TERHADAP HASIL KALSINASI $Zr(OH)_4$ MENJADI ZrO_2

22 Juli – 22 Agustus 2019

Disusun oleh : Widya Wahyu Andriani

Telah diperiksa dan disetujui pada :

Tanggal 27 November 2019

Disahkan oleh :

Ketua Program Studi

Greg. Prima Indra B. ST., M. Eng
NIS.01201407261183

Pembimbing

Greg. Prima Indra B. ST., M. Eng
NIS.01201407261183

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik



Dr. Drs. Suseno, M.Si
NIS.01199408011044

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nyalah yang membuat Penulis dapat menyelesaikan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di PSTA BATAN dan penulisan laporan PKL ini dapat diselesaikan dengan baik dan efisien.

Praktek Kerja Lapangan ini dilaksanakan sebagai upaya penyelarasan antara pengetahuan yang diperoleh di bangku kuliah dengan realita dalam dunia industry. Hal ini disebabkan oleh perkembangan dunia industry yang begitu pesat sehingga tidak semua hal dapat kami ikuti lewat pendidikan di kampus. Selain itu, laporan Praktek Kerja Lapangan ini merupakan salah satu tugas untuk memenuhi syarat akademik kelulusan mata kuliah Praktek Kerja Lapangan, yang berdasarkan kurikulum di jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Setia Budi.

Penyelesaian laporan ini tentu tak lepas dari bantuan, bimbingan, dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Gede Sutresna Wijaya selaku Kepala Pusat Sains Dan Teknologi Akselerator Badan Tenaga Nuklir Nasional yang telah memberikan ijin untuk melaksanakan Praktek Kerja Lapangan mahasiswa di PSTA BATAN,

2. Ibu suyanti, S.ST selaku kepala bidang teknologi proses yang telah memberikan banyak fasilitas dan bimbingan sehingga pelaksanaan praktek kerja lapangan mahasiswa ini dapat berjalan dengan lancar,
3. Bapak sajima S.ST dan seluruh karyawan di PSTA BATAN yang banyak membantu Penulis dalam praktikum di laboratorium,
4. Kedua orang tua dan adik yang selalu memberikan motivasi dan doa kepada Penulis
5. Bapak Dr. Drs. Suseno, M. Si selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Setia Budi yang telah memberikan izin melaksanakan Praktek Kerja Lapangan,
6. Bapak Greg. Prima Indra B, S.T., M.Eng selaku Kepala Program Studi Teknik Kimia Universitas Setia Budi,
7. Bapak Gregorius Prima Indra, S.T., M.Eng. selaku Koordinator Praktek Kerja Lapangan mahasiswa sekaligus selaku Dosen Pembimbing Praktek Kerja Lapangan yang telah memberikan dukungan kepada Penulis
8. Seluruh Dosen Program Studi S1 Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Setia Budi
9. Anggit Kristianto, Nico Rajindra, Erlynda Desi, Ester Mutiara, Hari Wahyu, Rondonuwu Chintia selaku teman seperjuangan dalam melakukan penelitian di PSTA-BATAN Yogyakarta,
10. Semua pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan kegiatan Praktek Kerja Lapangan mahasiswa ini.

Akhirnya, Penulis menyadari bahwa dalam penulis laporan praktek kerja lapangan mahasiswa ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu Penulis mengharap kritik dan saran yang membangun demi perbaikan karya penulis selanjutnya. Di sisi lain, Penulis khususnya dan para pembaca umumnya. Aamiin. Atas segala kekurangan, Penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Surakarta, 22 Agustus 2019

Penulis,

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL I.....	i
HALAMAN SAMPUL II.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah Umum.....	1
B. Rumusan Masalah Umum	3
C. Tujuan Umum	3
D. Manfaat Praktek Kerja Lapangan.....	3
BAB II TINJAUAN LEMBAGA LIANG	5
A. Tinjauan Umum Badan Tenaga Nuklir Nasional.....	5
1. Visi BATAN.....	5
2. Misi BATAN	5
3. Prinsip	5
4. Nilai-nilai	6
5. Pedoman	7
6. Tujuan	7
7. Sasaran	7
8. Sejarah dan perkembangan BATAN	8

9. Kedudukan BATAN.....	11
10. Tugas BATAN	11
11. Fungsi BATAN	11
12. Wewenang BATAN	12
13. Struktur Organisasi.....	13
B. Tinjauan Umum Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA) 14	
1. Profil Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA).....	14
2. Misi PSTA.....	14
3. Prinsip	15
4. Nilai	15
5. Sejarah	15
6. Tugas dan Fungsi PSTA.....	17
7. Struktur Organisasi	18
8. Fasilitas	19
BAB III PENUTUP	20
A. KESIMPULAN	20
B. SARAN	20

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah Umum

Seiring dengan perkembangan zaman dan ilmu pengetahuan serta teknologi yang semakin maju pesat, khususnya di bidang sains, maka mahasiswa dituntut untuk bekerja mandiri dan mempunyai suatu keahlian atau keterampilan agar mampu bersaing dalam dunia kerja. Oleh sebab itu, mahasiswa perlu terjun langsung ke lapangan sebelum masa studi berakhir dengan kegiatan magang. Kegiatan magang pada dasarnya adalah untuk membandingkan antara teori yang diterima di perkuliahan dan kenyataan yang terjadi di lapangan. Diadakannya kegiatan magang ini diharapkan dapat melatih mahasiswa untuk bekerja mandiri dan belajar dari realita yang ada dalam masyarakat serta dapat menambah wawasan mahasiswa.

Menimbang pentingnya kegiatan Kerja Praktik Lapangan, maka kegiatan ini dijadikan salah satu mata kuliah wajib yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa S1 Program Studi Teknik Kimia di Universitas Setia Budi Surakarta dalam masa studinya. Tujuan dari mata kuliah ini adalah untuk memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengasah keterampilan dan menerapkan ilmu yang telah diperoleh serta melakukan perpaduan antara teori dan praktek yang terjadi di lapangan. Selain itu, dengan terjun langsung ke lapangan, dapat melatih mahasiswa untuk bersosialisasi dan bekerjasama dengan lingkungan kerjanya.

Menimbang bahwa Kerja Praktik Lapangan merupakan pengenalan dan pembekalan dunia kerja bagi mahasiswa, maka kami memilih Pusat Sains dan Teknologi Akselerator Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Yogyakarta sebagai tempat untuk menerapkan ilmu yang kami peroleh dari bangku perkuliahan. Kerja Praktik Lapangan (PKL) ini dilaksanakan pada 22 Juli-22 Agustus 2019. Setelah diadakannya kegiatan PKL ini, diharapkan mahasiswa memiliki pandangan luas mengenai dunia kerja yang akan ditempuh setelah masa studi selesai

B. Rumusan Masalah Umum

Rumusan masalah Kerja Praktik Lapangan (PKL) ini adalah:

- a. Apakah mahasiswa mampu mengaplikasikan teori yang telah didapatkan dalam perkuliahandi dunia kerja khususnya di PSTA-BATAN?
- b. Pengalaman apa yang diperoleh mahasiswa saat Kerja Praktik Lapangan (PKL) di PSTA-BATAN?

C. Tujuan Umum

Tujuan Kerja Praktik Lapangan (PKL) ini adalah:

- a. Mahasiswa mampu mengaplikasikan teori yang telah didapatkan dalam perkuliahandi dunia kerja.
- b. Mahasiswa memperoleh pengalaman kerja di PSTA-BATAN sebelum menghadapi dunia kerja yang akan dijalankan setelah masa perkuliahan selesai.

D. Manfaat Praktek Kerja Lapangan

Praktek Kerja Lapangan yang telah dilakukan ini diharapkan dapat memberikan manfaat, yaitu :

1. Bagi mahasiswa
Memperoleh pengalaman dan wawasan baru serta dapat menerapkan ilmu pengetahuan yang diperoleh selama kuliah dalam dunia kerja.
2. Bagi institusi Universitas Setia Budi Surakarta, manfaat kerja praktek ini adalah untuk meningkatkan kerja sama lebih lanjut dalam rangka meningkatkan wawasan, kualitas dan mutu

pendidikan, khususnya pada bidang produksi.

3. Menjalin hubungan kerjasama dengan Pusat Sains dan Teknologi Akselerator Badan Tenaga Nuklir Nasional dalam program Praktek Kerja Lapangan.
4. Bagi Pusat Sains dan Teknologi Akselerator Badan Tenaga Nuklir Nasional (PSTA - BATAN). Menjalin kerjasama dalam bidang ilmiah untuk saling bertukar informasi ilmiah dan sebagai mitra penelitian di Pusat Sains dan Teknologi Akselerator Badan Tenaga Nuklir Nasional (PSTA - BATAN).

BAB II

TINJAUAN LEMBAGA LITBANG

A. Tinjauan Umum Badan Tenaga Nuklir Nasional

Badan Tenaga Nuklir Nasional (batan) adalah Lembaga Pemerintah Non Departemen yang dipimpin oleh seorang kepala, berkedudukan dibawah dan bertanggung-jawab kepada Presiden.

1. Visi BATAN

BATAN unggul di tingkat regional, berperan dalam percepatan kesejahteraan menuju kemandirian bangsa.

2. Misi BATAN

- a. Merumuskan kebijakan dan strategi nasional iptek nuklir,
- b. Mengembangkan IPTEK nuklir yang handal, berkelanjutan dan bermanfaat bagi masyarakat,
- c. Memperkuat layanan prima pemanfaatan IPTEK nuklir demi kepuasan pemangku kepentingan,
- d. Melaksanakan diseminasi, keselamatan dan keamanan.

3. Prinsip

Segenap kegiatan IPTEK nuklir dilaksanakan secara professional untuk tujuan damai dan diarahkan untuk memberikan kontribusi dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat dengan mengutamakan prinsip keselamatan dan keamanan, serta kelestarian lingkungan hidup yang didukung dengan ketertiban

seluruh unsur sumber daya BATAN secara sinergi (BATAN *incorporated*).

4. Nilai-nilai

Seluruh kegiatan penelitian, pengembangan dan pendayagunaan IPTEK nuklir yang dilaksanakan oleh BATAN berpedoman pada nilai berikut:

- a. **Akuntabilitas:** sikap menerima tanggung jawab dan melakukan tanggung jawab itu dengan baik seperti yang ditugaskan
- b. **Disiplin:** bertindak sesuai peraturan, prosedur, tertub tepat waktu dan tepat
- c. **Keunggulan:** memiliki sikap dan hasrat untuk senantiasa berusaha mencapai hasil yang lebih baik dari pada yang lain
- d. **Integritas:** menjunjung tinggi dan mendasarkan setiap sikap dan tindakan pada prinsip dan nilai-nilai moral, etika, peraturan perundangan termasuk menjauhkan dari kecenderungan tindakan KKN
- e. **Kolaborasi:** mengutamakan kerjasama, mengembangkan jejaring kerja dengan pihak eksternal dan mengedepankan kerja tim untuk mencapai kinerja yang lebih baik
- f. **Kopetensi:** meningkatkan upaya kreatif untuk menemukan pembaharuan dalam setiap hasil litbang

5. Pedoman

Serta perpegang pada lima (5) pedoman BATAN yaitu :

- a. Berjiwa pioneer,
- b. Bertradisi ilmiah,
- c. Berorientasi industry,
- d. Mengutamakan keselamatan, dan
- e. komunikatif

6. Tujuan

Tujuan pembangunan IPTEK Nuklir adalah memberikan dukungan nyata dalam pembangunan nasional dengan peran :

- a. Meningkatkan hasil litbang energy Nuklir, Isotop dan Radiasi, dan pemanfaatan/pendayagunaannya oleh masyarakat dalam mendukung program pembangunan nasional
- b. Peningkatan kinerja manajemen kelembagaan dan penguatan sistem inovasi meliputi kelembagaan IPTEK, sumber daya IPTEK, dan penguatan jejaring IPTEK dalam rangka mendukung pemanfaatan hasil penelitian, pengembangan, dan penerapan energi nuklir, isotop, dan radiasi di masyarakat

7. Sasaran

Sasaran pembangunan IPTEK nuklir yang ingin dicapai adalah:

- a. Peningkatan hasil LITBANG enisora berupa bibit unggul tanaman pangan, tersedianya infrastruktur dasar pembangunan PLTN, pemahaman masyarakat terhadap teknologi nuklir,

pemanfaatan aplikasi teknologi isotop dan radiasi untuk kesehatan.

- b. Peningkatan kinerja manajemen kelembagaan dan penguatan sistem inovasi meliputi kelembagaan IPTEK, sumber daya IPTEK, dan penguatan jejaring IPTEK dalam rangka mendukung pemanfaatan hasil penelitian, pengembangan, dan penerapan energi nuklir, isotop, dan radiasi di masyarakat.

8. Sejarah dan perkembangan BATAN

Kegiatan ketenaga atoman di Indonesia sudah mulai berkembang pada tahun 1954, ditindak lanjuti oleh pemerintah dengan membentuk Panitia Negara untuk penyelidikan Radioaktivitas melalui Keputusan Presiden Nomor 230 Tahun 1954 tanggal 23 November 1954 oleh Presiden Soekarno. Sebagai ketua, adalah Prof. Dr. G.A. Siwabessy dengan para anggota yang berjumlah 11 orang, sebagaimana yang ditunjukkan Tabel 1

Tabel 2.1. Anggota Panitia untuk penyelidikan Radioaktivitas

NO.	NAMA	KEMENTERIAN
1.	Dr. Sjahriar Rassad	Kementrian Kesehatan
2.	Charidji Kesuma	Kementrian Pertanian
3.	Prof. Ir. Johannes	Kementrian PP dan K
4.	Ir. Sudjito Danuseputro	Kementrian Perhubungan
5.	Prof. Ir. Gunarso	Kementrian Perhubungan
6.	Prof. Dr. Bahder Djohan	Kementrian PMI Pusat
7.	Dr. Rubiono Kertopati	Kementrian Jawatan Sandi
8.	Suwito	Kementrian Penerangan
9.	Ir. Inkiriwang	Kementrian PU dan Tenaga
10.	Kolonel Adam	Kementrian Pertahanan
11.	Mayor Udara Dr. Sarjanto	Kementrian Pertahanan

Adapun seksi-seksi dalam kepanitiaan itu, antara lain:

- a. Seksi Penerangan dan Perlindungan,
- b. Seksi Fisika, Kimia, dan Teknologi,
- c. Seksi Efek Biologi dan Perlindungan,
- d. Seksi Geologi dan Geofisika.

Panitia ini bertugas untuk menyelidiki radioaktiviteit dan ketenaga atoman, penyelidikan pemakaian tenaga atom sebagai suatu energi baru dalam masa pembangunan, dan memberikan penerangan kepada masyarakat tentang akibat-akibat negatif yang dapat ditimbulkan atau diambil dari tenaga atom.

Pada tahun 1958 setelah panitia tersebut memberikan laporan kepada pemerintah yang dipandang perlu untuk lebih meningkatkan dan mengembangkan kegiatan tenaga atom sebagai tujuan damai, maka melalui Peraturan Pemerintah Nomor 65 tanggal 5 Desember tahun 1958, pemerintah membentuk Lembaga Tenaga Atom dengan tugas melaksanakan, mengatur, dan mengawasi penyelidikan dan penggunaan tenaga atom di Indonesia demi keselamatan dan kepentingan umum. Mengingat bahwa penggunaan tenaga atom juga berpengaruh pada kehidupan dunia politik internasional, selain LTA juga dibentuk Dewan Tenaga Atom yang bertugas sebagai Badan Penasehat Presiden dalam memberikan pertimbangan-pertimbangan dari segi politis strategis dalam merumuskan kebijaksanaan di bidang tenaga atom.

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 31 tanggal 26 November tahun 1964 dan Keputusan Presiden Nomor 206 tanggal 5 Juli tahun 1965, Lembaga Tenaga Atom diubah namanya menjadi Badan Tenaga Atom Nasional, dipimpin oleh seorang Direktur Jendral dan bertanggung jawab langsung kepada Presiden.

Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN) berubah nama menjadi Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) berdasarkan Undang-Undang No. 10 tahun 1997 tentang Ketenaganukliran (Lembaran Negara tahun 1997 Nomor 23, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3676) dan berdasarkan pada Keputusan Presiden Nomor 103 tahun 2001 tentang kedudukan, tugas, fungsi, kewenangan, susunan organisasi, dan tata kerja lembaga pemerintah non departemen sebagaimana telah beberapa kali diubah terakhir dengan Peraturan Pemerintah Nomor 11 tahun 2005 dan mengingat Keputusan Presiden Nomor 110 tahun 2001 tentang Susunan Organisasi dan Tugas Lembaga Pemerintah Non Departemen sebagaimana telah beberapa kali diubah, dan terakhir dengan Peraturan Pemerintah Nomor 12 tahun 2005, serta Keputusan Presiden Nomor 104/M tahun 2002.

Dengan memperhatikan Persetujuan Menteri Negara Koordinator Bidang Pengawasan Pembangunan dan Pendayagunaan Aparatur Negara dalam surat bernomor B/1591/M.PAN/8/2005 tanggal 24 Agustus 2005, maka Kepala BATAN memutuskan untuk mengeluarkan Peraturan Kepala BATAN

Nomor 392/KA/XI/2005 tanggal 24 November 2005 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Tenaga Nuklir Nasional

9. Kedudukan BATAN

BATAN adalah Lembaga Pemerintah Non Departemen yang dipimpin oleh seorang Kepala yang dikoordinasikan oleh Menteri Negara Riset dan Teknologi dan bertanggung jawab kepada Presiden.

10. Tugas BATAN

Melaksanakan tugas pemerintahan di bidang penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan tenaga nuklir sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku

11. Fungsi BATAN

Dalam melaksanakan tugasnya, BATAN menyelenggarakan fungsi:

- a. Pengkajian dan penyusunan kebijaksanaan nasional di bidang penelitian, pengembangan, dan pendayagunaan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir;
- b. Koordinasi kegiatan fungsional dalam pelaksanaan tugas BATAN;
- c. Pelaksanaan penelitian, pengembangan, dan pendayagunaan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir;
- d. Fasilitasi dan pembinaan terhadap kegiatan instansi pemerintah dan lembaga lain di bidang penelitian, pengembangan, dan pendayagunaan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir;
- e. Pelaksanaan pembinaan dan pemberian dukungan administrasi kepada seluruh unit organisasi di lingkungan BATAN;

- f. Pelaksanaan pengelolaan standardisasi dan jaminan mutu nuklir;
- g. Pembinaan pendidikan dan pelatihan;
- h. Pengawasan atas pelaksanaan tugas BATAN; dan
- i. Penyampaian laporan, saran, dan pertimbangan di bidang penelitian, pengembangan, dan pendayagunaan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir.

12. Wewenang BATAN

Dalam menyelenggarakan fungsinya BATAN mempunyai kewenangan :

- a. Penyusunan rencana fungsinya BATAN mempunyai ketenaganukliran;
- b. Perumusan kebijakan di bidang ketenaganukliran untuk mendukung pembangunan secara makro;
- c. Kewenangan lain sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku yaitu :
 - 1) Perumusan dan pelaksanaan kebijakan dalam program penelitian dasar dan terapan, pengembangan teknologi dan energy nuklir, pengembangan teknologi daur bahan nuklir dan rekayasa serta pendayagunaan hasil penelitian dan pengembangan dan pemasyarakatan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir;
 - 2) Penetapan pedoman penggunaan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir dan penggunaan tenaga nuklir.

13. Struktur Organisasi

Susunan organisasi BATAN terdiri dari:

- a. Kepala;
- b. Sekretariat Utama;
 - 1.) Biro Perencanaan;
 - 2.) Biro Sumber Daya Manusia dan Organisasi;
 - 3.) Biro Umum;
 - 4.) Biro Hukum, Humas, dan Kerjasama.
- c. Deputi Bidang Sains dan Aplikasi Teknologi Nuklir;
 - 1.) Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju;
 - 2.) Pusat Sains dan Teknologi Akselerator;
 - 3.) Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan;
 - 4.) Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi;
 - 5.) Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi.
- d. Deputi Bidang Teknologi Nuklir;
 - 1.) Pusat Teknologi Bahan Galian Nuklir;
 - 2.) Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir;
 - 3.) Pusat Teknologi dan Keselamatan Reaktor Nuklir;
 - 4.) Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir;
 - 5.) Pusat Teknologi Limbah Radioaktif.
- e. Deputi Bidang Pendayagunaan Teknologi Nuklir;
 - 1.) Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir;
 - 2.) Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka;
 - 3.) Pusat Diseminasi dan Kemitraan;

- 4.) Pusat Reaktor Serbaguna;
 - 5.) Pusat Pendayagunaan Informatika dan Kawasan Strategi Nuklir.
- f. Inspektorat;
- 1.) Pusat Standarisasi dan Mutu Nuklir;
 - 2.) Pusat Pendidikan dan Pelatihan.

B. Tinjauan Umum Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA)

1. Profil Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA)

Pusat Sains dan Teknologi Akselerator adalah salah satu fasilitas yang dimiliki oleh BATAN. Kedudukannya dibawah Deputi Bidang Sains dan Aplikasi Teknologi Nuklir, dan dipimpin oleh seorang Kepala yang bertanggungjawab kepada Deputi Bidang Sains dan Aplikasi Teknologi Nuklir. Dalam melaksanakan tugasnya, Kepala PSTA dibantu oleh 7 (tujuh) orang staf eselon III antara lain, seorang Kepala Bagian, 4 (empat) orang Kepala Bidang, dan 2 (dua) orang Kepala Unit, yaitu Kepala Unit Pengamanan dan Kepala Unit Jaminan Mutu.

2. Misi PSTA

- a. Mengembangkan sains dan teknologi akselerator, proses dan instrumentasi nuklir yang handal dan bermanfaat bagi masyarakat.
- b. Mendukung kebijakan pemerintah di bidang minerba melalui pengembangan *pilot plant* pemurnian LTJ dan Zr.

- c. Memperkuat peran reaktor Kartini sebagai reaktor pendidikan dan pelatihan (melalui pengembangan simulator hibrid dan IRL) dan sebagai fasilitas aplikasi TAN.
- d. Penerapan sistem manajemen terintegrasi untuk sistem manajemen mutu, laboratorium pranata litbang, laboratorium pengujian, sistem manajemen keselamatan, lingkungan dan keamanan.
- e. Diseminasi sains nuklir dasar (*basic*) di wilayah Joglosumarto (Jogja, Solo, Semarang, Purwokerto).

3. Prinsip

Segenap kegiatan dalam rangka mewujudkan IPTEK akselerator dan proses bahan untuk peningkatan nilai tambah sumber daya alam lokal dan penyediaan energi berwawasan lingkungan, dilaksanakan secara profesional dengan mengutamakan prinsip keselamatan dan keamanan.

4. Nilai

Segenap kegiatan dalam rangka mewujudkan IPTEK akselerator dan proses bahan untuk peningkatan nilai tambah sumber daya alam lokal dan penyediaan energi berwawasan lingkungan dilandasi nilai-nilai kejujuran, kedisiplinan, keterbukaan, tanggung jawab, kreatif, dan kesetiakawanan.

5. Sejarah

Pusat Sains dan Teknologi Akselerator menurut sejarah awalnya (tahun 1960 sampai dengan Februari 1967) merupakan

sebuah proyek kerjasama antara Universitas Gajah Mada dengan Lembaga Tenaga Atom (sekarang BATAN) dalam bidang penelitian nuklir. Proyek ini diberi nama Proyek GAMA, dan bertempat di Fakultas Ilmu Pasti dan Alam (FIPA)-UGM.

Berdasarkan KEPRES No. 229 tanggal 16 Oktober 1968 di Yogyakarta, pemerintah mendirikan **Pusat Penelitian Tenaga Atom Gama** (PUSLIT GAMA) dibawah BATAN yang masih bertempat di FIPA UGM. Tanggal 15 Desember 1974 PUSLIT GAMA dipindahkan ke Jalan Babarsari dan diresmikan oleh Direktur Jendral BATAN Prof. Ahmad Baiquni, MSc.

Tanggal 1 Maret 1979, Presiden RI kedua, Soeharto, meresmikan penggunaan reaktor nuklir hasil rancang bangun putra-putri Indonesia dan Komplek Pusat Penelitian Tenaga Atom Gama di Babarsari, dan reaktor ini diberi nama **Reaktor Kartini**, diambil dari nama seorang pahlawan bangsa yang telah berhasil menggugah emansipasi kaum wanita Indonesia untuk berperan aktif dalam ikut membangun bangsa dan negara Indonesia.

Berdasarkan KEPRES No. 14 tanggal 20 Februari 1980 dan SK Dirjen BATAN No. 31/DJ/13/IV/81 tanggal 13 April 1981, maka Pusat Penelitian Tenaga Atom Gama diubah namanya menjadi Pusat Penelitian Bahan Murni dan Instrumentasi (PPBMI).

Kemudian berdasarkan Keputusan Presiden Nomor 82 tanggal 31 Desember 1985, dan SK Dirjen BATAN Nomor 127/DJ/XII/86 tanggal 10 Desember 1986, Pusat Penelitian Bahan Murni dan

Instrumentasi diubah namanya menjadi Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta (PPNY).

Pusat Penelitian Nuklir Yogyakarta (PPNY) berubah nama menjadi Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Maju (P3TM) berdasarkan Surat Keputusan BATAN Nomor 73/KA/IV/1999 tanggal 1 April 1999 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Tenaga Nuklir Nasional.

Berdasarkan Peraturan Kepala BATAN Nomor 392/KA/XI/2005 tanggal 24 November 2005 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Tenaga Nuklir Nasional, nama P3TM diubah menjadi Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan (PTAPB).

Berdasarkan Perka BATAN Nomor 14 Tahun 2013, Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan (PTAPB) berubah nama menjadi Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA).

6. Tugas dan Fungsi PSTA

Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan mempunyai tugas melaksanakan penelitian dan pengembangan di bidang teknologi akselerator dan fisika nuklir, kimia, dan teknologi proses bahan industri nuklir, pelayanan pendayagunaan reaktor riset serta melaksanakan pelayanan pengendalian keselamatan kerja dan pelayanan kesehatan. Dalam melaksanakan tugasnya Pusat Sains dan Teknologi Akselerator menyelenggarakan fungsi:

1. Pelaksanaan urusan perencanaan, persuratan dan kearsipan, kepegawaian, keuangan, perlengkapan dan rumah tangga, dokumentasi ilmiah dan publikasi serta pelaporan;
2. Pelaksanaan penelitian dan pengembangan di bidang fisika partikel;
3. Pelaksanaan penelitian dan pengembangan di bidang Teknologi Proses;
4. Pelaksanaan pengelolaan reaktor riset;
5. Pelaksanaan pemantauan keselamatan kerja dan pengelolaan keteknikan;
6. Pelaksanaan jaminan mutu;
7. Pelaksanaan pengamanan nuklir; dan
8. Pelaksanaan tugas lain yang diberikan oleh Deputi Bidang Sains dan Aplikasi Teknologi Nuklir.

7. Struktur Organisasi

Pusat Sains dan Teknologi Akselerator terdiri dari:

- a. Bagian Tata Usaha;
- b. Bidang Fisika Partikel;
- c. Bidang Teknologi Proses;
- d. Bidang Reaktor;
- e. Bidang Keselamatan Kerja dan Keteknikan;
- f. Unit Jaminan Mutu;
- g. Unit Keamanan Nuklir;
- h. Kelompok jabatan fungsional

8. Fasilitas

Agar pelaksanaan tugas dari PSTA dapat terlaksana dengan baik dan kesejahteraan para karyawan dan keluarga karyawan dapat terpenuhi, maka PSTA menyediakan beberapa fasilitas umum, antara lain:

- a. Setiap karyawan merupakan anggota ASKES;
- b. Poliklinik Umum;
- c. Auditorium;
- d. Perpustakaan;
- e. Kantin (makan siang karyawan);
- f. Dana Kesehatan Bersama;
- g. Koperasi (KPRI “Karya Nuklida”)
- h. Lapangan dan Peralatan Olahraga (Tenis, Tenis Meja, Sepak Bola, *Volley*);
- i. Peralatan musik (Gamelan, Keroncong, Band).

BAB III

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Dari pelaksanaan praktik kerja lapangan di PSTA-BATAN mahasiswi mampu mengaplikasikan teori yang telah didapatkan dalam perkuliahan di dunia kerja dan memperoleh pengalaman kerja di PSTA-BATAN sebelum menghadapi dunia kerja yang akan dijalankan setelah masa perkuliahan selesai.

B. SARAN

Sebaiknya perlengkapan APD (Alat Pelindung Diri) setiap gedung harus dilengkap, serta bahan reagen yang selalu dipakai untuk proses pada masing-masing gedung juga harus disediakan supaya tidak bingung mencarinya.

LAPORAN TUGAS KHUSUS

**PENGARUH PENAMBAHAN NATRIUM HIDROKSIDA
PADA SINTESIS PASIR ZIRKON TERHADAP HASIL KALSINASI
 $Zr(OH)_4$ MENJADI ZrO_2**

**PUSAT SAINS DAN TEKNOLOGI AKSELERATOR
BATAN YOGYAKARTA**



**Oleh:
Widya Wahyu Andriani
22160295D**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SETIA BUDI
SURAKARTA
2019**

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMBUL.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iiiv
DAFTAR GAMBAR.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah Khusus	1
B. Rumusan Masalah Khusus	3
C. Tujuan Khusus.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Pasir Zirkon	4
B. Zirkonia (ZrO_2).....	8
C. Metode Sol-Gel.....	10
D. Kalsinasi	11
E. Analisis Menggunakan <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
A. Waktu dan Tempat	16
B. Alat dan Bahan	16
1. Alat	16
2. Bahan	16

C.	Tahap Kerja	17
1.	Cara Kerja	17
2.	Analisis XRF	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		19
BAB V PENUTUP		22
A.	Kesimpulan	22
B.	Saran	22
DAFTAR PUSTAKA		23
LAMPIRAN		25

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Sifat-Sifat Zirkonium.....	5
Tabel 5.1 Hasil analisis serbuk ZrO_2 menggunakan ZRF.....	20
Tabel 5.2 Yield Sampel Serbuk ZrO_2 setelah Kalsinasi	21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. (a) Model Atomik Struktur Kristal Zirkon, (b) Desain Geometri Kristal Zirkon.....	6
Gambar 2.2. Butir Zirkon.....	7
Gambar 2.3. Tungku Kalsinasi.....	12
Gambar 2.4. Rangkaian alat XRF	13
Gambar 4.1. Serbuk ZrO_2 hasil Kalsinasi.....	19

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah Khusus

Zirkonium melimpah keberadaanya di alam seperti zirkon (hyacianth) dan zirkonia (baddeleyit). Zirkonia (baddeleyit) merupakan oksida zirkonium yang tahan terhadap suhu yang sangat tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan pelapis tanur. Zirkonium terjadi secara alami terdapat dalam bentuk empat isotop yang stabil.⁹³Zr merupakan salah satu dari empat isotop yang paling stabil dan mempunyai waktu paruh yang sangat panjang yakni 1,53 juta tahun (Giri, 2008).

Zirkon merupakan material penting dalam industri keramik, misalnya karena diaplikasikan pada industri keamanan nuklir, mikroelektronik, proteksi lapisan, fuel cells, abrasif, sensor oksigen, dan sebagai bahan pengecoran logam (Poernomo, 2012). Selain itu, dikarenakan sifat biokompatibel yang dimilikinya, zirkonia dapat diaplikasikan dalam bidang kesehatan, antara lain sebagai bahan implan tulang dan sebagai material gigi (Chevalier, 2006).

Salah satu sumber untuk mendapatkan zirconia (zirconium dioksida) yaitu pasir zirkon. Beberapa wilayah di Indonesia memiliki potensi pasir zirkon yang cukup besar yang sampai saat ini belum dimanfaatkan secara maksimal (Senyan et al., 2013). Salah satu daerah tersebut yaitu wilayah Belitung. Berdasarkan data sumber daya alam Bangka Tengah, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung,

daerah tersebut berpotensi memiliki kandungan pasir zirkon 34.686 ton (Muksin et al., 2014). Pasir zirkon merupakan salah satu mineral yang dapat memiliki nilai komoditi pasar yang bagus jika dilakukan pengolahan lebih lanjut. Perkembangan teknologi industri berbasis zirkonium dioksida maupun produk derivatnya mengalami peningkatan sehingga pengembangan bahan ini memiliki prospek yang sangat besar (Sudarto, dkk, 2008).

Pasir zircon di Indonesia yang melimpah dapat dijadikan solusi pemerintah dalam mengatasi kebutuhan zirconium dioksida yang terus meningkat. Apabila pasir zirkon Indonesia dapat dimanfaatkan menjadi zirconium oksida maka akan memberikan dampak positif bagi peningkatan nilai tambah pasir zirkon Indonesia dan pembangunan nasional. Hal tersebut memicu berbagai lembaga penelitian, institusi pendidikan dan industri melakukan penelitian untuk memproduksi zirconium dioksida mineral alam yaitu pasir zirkon yang saat ini kurang maksimal dimanfaatkan.

Pemurnian pasir zirkon alam perlu untuk meningkatkan nilai tambah dari pasir zirkon tersebut. Dalam pembuatan atau pemurnian serbuk zirkonia, dapat dilakukan dalam beberapa metode yaitu metode alkali fusion, metode klorinasi dan termal disosiasi, disosiasi dari alkaline oksida, metode plasma zirkonia (Priyono dan Febrianto, 2012), kopresipitasi, teknik sitrat, hidrotermal, electrodeposition, solvothermal, dan sol-gel (Kumar et al., 2015). Pada penelitian ini menggunakan metode sol-gel yang lebih cocok untuk proses sintesis

bahan pasir zirkon. Pada penelitian ini, akan dikaji pengaruh variasi konsentrasi umpan pasir zirkon pada proses kalsinasi zirconium hidroksida menjadi zirconium dioksida yang berasal dari hasil samping penambangan timah pulau Bangka.

B. Rumusan Masalah Khusus

Bagaimana pengaruh variasi natrium hidroksida terhadap kadar zirkon pada proses kalsinasi?

C. Tujuan Khusus

Menentukan pengaruh natrium hidroksida terhadap kadar zirkon pada proses kalsinasi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pasir Zirkon

Zirkon atau zirkonium silikat ($ZrSiO_4$) telah dikenal sebagai batu permata dari zaman kuno. Nama zirkonium, berasal dari bahasa Arab, Zargon (emas berwarna) yang pada gilirannya berasal dari dua kata bahasa Persia, Zar (Emas) dan Gun (Warna) (Piconi dan Maccauro, 1990). Pasir zirkon merupakan mineral zirkonium yang paling berlimpah di alam. Zirkon merupakan kombinasi alami zirkonia (ZrO_2) dan silika (SiO_2), yang terjadi sebagai mineral aksesori pada batuan beku yang kaya akan silika seperti granit, pegmatit dan nepheline syenite. Karena memiliki nilai gravitasi spesifik yang tinggi (4,6-4,8), pasir zirkon seringkali merupakan hasil ikutan dari pemrosesan pasir mineral berat (yang terutama ditemukan di sungai dan pantai) yang mengandung rutil, ilmenit, monasit, leucosene, garnet, kyanite, epidot, amphiboles, biotit, apatit, magnetit, dan sebagainya (Biswas et al., 2010). Pasir zirkon juga diperoleh dalam pemrosesan mineral tanah jarang (rare earth) (Skidemore, 2005).

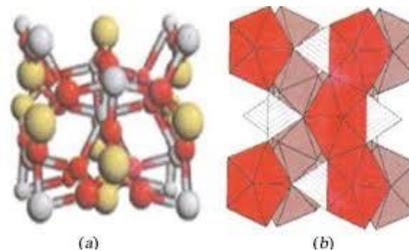
Table 3.1 Sifat-sifat Zirkonium (Ardiansyah, 2011)

Sifat-sifat	Nilai
Radius Atom	1,6 Å
Warna	Putih keabu-abuan
Volume Atom	14,1 cm ³ /mol
Massa Atom Relatif	91,224
Titik Didih	4628K
Massa jenis	6,51 g/cm ³
Konduktivitas Listrik	2,3 x 10 ⁶ Ω ⁻¹ cm ⁻¹
Elektronegatifitas	1,33
Formasi Entalpi	21 kJ/mol
Konduktivitas Panas	22,7 Wm ⁻¹ K ⁻¹
Potensial Ionisasi	6,84 V
Titik Lebur	2128 K
Bilangan oksidasi	4
Kapasitas Panas	0,278 Jg ⁻¹ K ⁻¹
Entalpi penguapan	590,5 kJ/mol

Pasir zirkon murni memiliki massa jenis 4,68 g/cm³ dengan warna bervariasi seperti kekuningan, merah muda, kemerahan, kecokelatan, tidak berwarna, dan kadang-kadang berwarna hijau, biru atau hitam (Elsner, 2013). Zirkon bersifat nonkonduktor dan nonmagnetik, sehingga dapat dengan mudah dipisahkan dari mineral berat lainnya dengan memanfaatkan perbedaan berat jenis, perbedaan sifat magnetik dan perbedaan sifat konduktif. Zirkon memiliki melting point sekitar 2.550°C (Poernomo, 2012).

Zirkon mempunyai struktur tetragonal, dimana atom-atom zirkonium dan silikon dihubungkan oleh atom-atom oksigen, seperti pada Gambar 2.1. Meskipun zirkon memiliki rumus kimia ZrSiO₄ atau

ZrO₂-SiO₂, pemeriksaan secara X-ray tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan antara atom-atom oksigen dalam struktur. Dapat disimpulkan bahwa tidak ada kelompok yang terpisah dari atom oksigen dan karena itu struktur ZrSiO₄ memenuhi syarat. Namun, ada formasi yang luar biasa dari anion-anion tetrahedron kompleks, Si(O)₄, di sekitar kation-kation zirkonium.

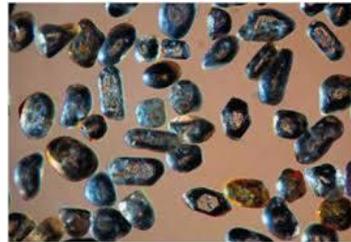


Gambar 2.1. (a) Model Atomik Struktur Kristal Zirkon, (b) Desain Geometri Kristal Zirkon. Merah adalah Struktur Bisdiphenoid ZrO₈ dan Cokelat adalah Tetrahedron SiO₄ (Manhique, 2003).

Penjelasan lain yang bisa membenarkan formulasi kedua, ZrO₂.SiO₂, adalah kenyataan bahwa pada suhu tinggi senyawa dipisahkan menjadi dua bagian, ZrO₂ dan SiO₂ (Manhique, 2003).

Zirkon seringkali mengkristal dalam bentuk prisma tetragonal dengan sisi piramidal yang runcing dan tajam. Namun, dalam kondisi tertentu, zirkon dapat mengkristal dalam bentuk bulat elipsoidal (Pirkle dan Podmeyer, 1993). Beberapa peneliti meyakini bahwa bentuk bulat tersebut merupakan hasil kristalisasi sesungguhnya dari partikel zirkon akibat pendinginan magma, bukan merupakan perubahan akibat dari aus. Zirkon adalah mineral yang sangat tahan terhadap pengaruh kimia dan mekanik, sehingga bentuk kristal dan

ukuran butirnya tidak mudah berubah dari bentuk semulanya. Bentuk fisik dari butir zirkon ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2.2. Butir Zirkon (Pirkle dan Podmeyer, 1993).

Karena zirkon adalah salah satu mineral yang pertama kali mengkristal dari lelehan batuan beku, butir-butir zirkon sering terbungkus sebagai inklusi di dalam butiran mineral lainnya seperti feldspar atau kuarsa. Zirkon dibebaskan dari mineral-mineral pembungkus tersebut melalui mekanisme pelapukan. Batuan mineral yang di dalamnya mengandung zirkon yang berada di permukaan bumi lama-kelamaan akan mengalami pelapukan. Batuan yang rusak menjadi potongan kecil dan diangkut oleh berbagai agen geologi, seperti aliran air dan angin. Partikel-partikel ini akan terus terurai sehingga terbentuklah butir zirkon yang dibebaskan dari butir feldspar atau kuarsa (Pirkle dan Podmeyer, 1993).

Keberadaan deposit zirkon di Indonesia terdapat di daerah kepulauan Riau, Bangka-Belitung, dan pulau Kalimantan. Keberadaan zirkon di Indonesia telah dikenal sejak lama di perairan Bangka Belitung sebagai endapan alluvial bersama pasir timah dan mineral ikutan lainnya. Selain itu, zirkon juga terdapat di sepanjang aliran sungai pedalaman Kalimantan mengikuti penyebaran endapan

alluvial emas dan rawa-rawa. Endapan-endapan yang mengandung zirkon di Pulau Kalimantan teridentifikasi dari hasil pendulangan aluvium untuk mendapatkan emas dan intan, yang hingga saat ini masih terbatas di daerah-daerah tertentu dalam wilayah Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah (Poernomo, 2012). Zirkon pada dasarnya adalah sumber utama dan termurah dari zirkonia dan sangat stabil, secara kimia maupun termal. Untuk mengekstrak zirkonia dari zirkon diperlukan kondisi kimia dan termal yang agresif, atau suhu yang sangat tinggi untuk memutus ikatan antara dua oksida (ZrO_2 dan SiO_2) (Manhique, 2003).

B. Zirkonia (ZrO_2)

Zirkonia atau zirkonium oksida (ZrO_2) adalah oksida paling stabil dari zirkonium yang merupakan bahan refraktori yang sangat baik. Zirkonia murni memiliki bentuk serbuk putih dengan titik lebur $2.710^{\circ}C$ (Manhique, 2003). Zirkonia bersifat keras, kuat dan inert secara kimia, dengan titik lebur yang tinggi, koefisien gesek yang rendah serta panas jenis yang rendah. Zirkonia bersifat isolator termal yang sangat baik dan bersifat biokompatibel. Sifat-sifat intrinsik tersebut membuat zirkonia digunakan pada berbagai bidang ilmiah dan teknologi. Penggunaan zirkonia dalam berbagai bidang teknologi untuk aplikasi industri saat ini semakin berkembang pesat. Hal tersebut jelas berkaitan dengan sifat mekanik, termal, listrik, kimia dan optik yang sangat baik dari zirkonia (Yamagata et al., 2008). Zirkonia adalah material keramik yang dijuluki "material

masa depan” karena dapat diperoleh dari pasir. Pasir terkandung sekitar 25% dari kerak Bumi, dibandingkan dengan semua logam yang hanya sekitar 1% dari kerak Bumi (Affatato et al. 2001).

Zirkonia atau zirkonium oksida (ZrO_2) adalah salah satu bahan keramik yang memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan beberapa jenis keramik lainnya, diantara keunggulannya tersebut antara lain adalah mempunyai ketangguhan dan kekuatan yang relatif tinggi. Dibalik keunggulannya tersebut, zirkonia juga mempunyai beberapa kelemahan yang antara lain adalah dimana bentuk kristalnya sangat tidak stabil, dalam arti kata bahwa zirkonia di alam hampir tidak pernah dijumpai dalam bentuk senyawa tunggal (ZrO_2), tetapi selalu bercampur dengan senyawa lain (Priyono dan Febrianto, 2012). Pada umumnya di alam seringkali dijumpai dalam bentuk senyawa zirkonium silikat ($ZrSiO_4$) yang biasa disebut sebagai zirkon, sehingga harus dimurnikan atau distabilkan terlebih dahulu untuk memperoleh zirkonia.

Zirkonia mempunyai struktur fluorite kubik, walaupun begitu pada kenyataannya terdapat tiga bentuk kristal yang berbeda (polimorf) dari zirkonia yaitu fasa kubik, tetragonal, dan monoklinik. Ketiga bentuk kristal tersebut dibedakan oleh kesimetrian kristal yang ditentukan oleh jarak antar atom, bukan oleh nomor koordinasi ion (Chiang et al., 1997). Pada suhu rendah, fasa zirkonia yang paling stabil adalah bentuk monoklinik, yang terjadi secara natural sebagai mineral baddeleyite. Pada suhu di atas $1.205\text{ }^\circ\text{C}$ sampai

2.377°C dan tekanan ambien, fasa zirkonia tetragonal secara termodinamika menjadi stabil. Pada suhu di atas 2.377°C sampai 2.710°C, fasa zirkonia berubah menjadi kubik dengan struktur flourite dan mencair pada suhu di atas 2710°C.

C. Metode Sol-Gel

Metode sol-gel merupakan salah satu metode sintesis partikel yang cukup sederhana dan mudah. Pada metode sol-gel mengalami perubahan fase menjadi sol (koloid yang mempunyai padatan yang tersuspensi dalam larutannya) dan kemudian menjadi gel (koloid dengan fraksi solid lebih besar daripada sol) adapun parameter dari sol-gel dapat dilihat dari tabel 2.2.

Tabel 2.3 Parameter proses sol-gel

Tahapan Proses	Tujuan Proses	Parameter
Larutan Kimia	Membentuk gel	Tipe perkursor, tipe pelarut, kadar air, konsentrasi perkursor, temperature, pH
Aging	Mendiamkan gel untuk mengubah sifat	Waktu, temperature, komposisi cairan, lingkungan aging
Penyaringan (drying)	Menghilangkan air dari gel	Metode pengeringan, temperature, tekanan, waktu
kalsinasi	Mengubah sifat-sifat fisik/kimia padatan, sering menghasikan kristalisasi dan densifikasi	Temperature, waktu, gas (inert atau reaktif)

(Widodo, 2010)

Metode sol-gel digunakan dalam pembuatan teknologi nanokristalin metal oksida karena prosesnya lebih singkat, temperature yang

digunakan lebih rendah, menghasilkan serbuk metal oksida dengan ukuran nanopartikel dan dapat menghasilkan karakteristik yang lebih baik dari pada proses metalurgi serbuk (Widodo, 2010).

D. Kalsinasi

Proses kalsinasi didefinisikan sebagai pengerjaan bijih pada temperatur tinggi tetapi masih di bawah titik leleh tanpa disertai penambahan reagen dengan maksud untuk mengubah bentuk senyawa dalam konsentrat. Tahap awal proses kalsinasi merupakan reaksi dekomposisi secara endotermik dan berfungsi untuk melepaskan gas-gas dalam bentuk karbonat atau hidroksida sehingga menghasilkan serbuk dalam bentuk oksida dengan kemurnian yang tinggi (Afza, 2011).

Kalsinasi diperlukan sebagai penyiapan serbuk untuk diproses lebih lanjut dan juga untuk mendapatkan ukuran partikel yang optimum serta menguraikan senyawa-senyawa dalam bentuk garam atau dihidrat menjadi oksida, membentuk fase Kristal. Peristiwa yang terjadi selama proses kalsinasi antara lain (Reed, 1988):

- a. Pelepasan air bebas (H_2O) dan terikat (OH) berlangsung sekitar suhu $100^{\circ}C$ hingga $300^{\circ}C$.
- b. Pelepasan gas-gas, seperti : CO_2 berlangsung sekitar suhu $600^{\circ}C$ dan pada tahap ini disertai terjadinya pengurangan berat yang cukup berarti.

- c. Pada suhu lebih tinggi, sekitar 800°C struktur kristalnya sudah terbentuk, dimana pada kondisi ini ikatan diantara partikel serbuk belum kuat dan mudah lepas



Gambar 2.3. Tungku Kalsinasi

Kalsinasi sendiri adalah proses pemanasan suatu bahan tanpa terjadinya peleburan, tujuan dari proses kalsinasi disini adalah untuk menguapkan senyawa-senyawa pengotor. Suhu yang digunakan pada saat proses kalsinasi ini dipilih 700°C agar nanopartikel yang dihasilkan cukup kecil. Sedangkan apabila suhunya kurang dari 700°C zat carbon yang terdapat didalamnya belum menguap. Dari beberapa penelitian di BATAN diketahui salah satu laju pemanasan proses kalsinasi pada metode sol gel adalah $10^{\circ}\text{C}/\text{menit}$.

Hasil analisis XRF serbuk zirkonia hasil sintesis dari pasir alam Kereng Pangi menunjukkan bahwa didapatkan zirkonia kadar berat Zr sekitar 96% berat. Metode alkali fusion-kopresipitasi terbukti efektif dalam memisahkan Si dari zirkonia yang ada dalam pasir zirkon, hal ini dapat dilihat pada hasil XRF bahwa hampir pada semua sampel tidak terdeteksi unsur Si (Nuryadin, 2015)

E. Analisis Menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF)

Dasar analisis *X-Ray Fluorescence* (XRF) adalah pencacahan sinar-X yang dipancarkan oleh suatu unsur akibat pengisian kembali kekosongan elektron pada kulit yang lebih dekat inti karena terjadinya eksitasi elektron oleh elektron yang terletak pada kulit lebih luar. Ketika sinar-X yang berasal dari radioisotop sumber eksitasi menabrak elektron dan akan mengeluarkan elektron kulit dalam, maka akan terjadi kekosongan pada kulit itu. Perbedaan energi dari dua kulit itu akan tampil sebagai sinar-X yang dipancarkan oleh atom. Analisis *X-Ray Fluorescence* bertujuan untuk mengetahui dan mengukur kandungan unsur-unsur yang terdapat dalam suatu senyawa atau mineral. (Skoog *et al.*, 1998).



Gambar 2.4. Rangkaian alat XRF (*X-Ray Fluorescence*)

Spektrometer XRF didasarkan pada lepasnya elektron bagian dalam dari atom akibat dikenai sumber radiasi dan pengukuran intensitas pendar sinar-X yang dipancarkan oleh atom unsur dalam sampel. Metode ini tidak merusak bahan yang dianalisis baik dari segi fisik maupun kimiawi sehingga sampel dapat digunakan untuk analisis berikutnya. Mekanisme kerja XRF secara umum adalah sinar-X dari sumber pengeksitasi akan mengenai cuplikan dan menyebabkan interaksi antara sinar-X yang karakteristik untuk setiap unsur. Sinar-X

tersebut selanjutnya mengenai detector Si(Li) yang akan menimbulkan pulsa listrik yang lemah, pulsa tersebut kemudian diperkuat dengan *preamplifier* dan *amplifier* lalu disalurkan pada penganalisis saluran ganda atau *Multi Chanel Analyzer (MCA)*. Tenaga sinar-X karakteristik yang muncul tersebut dapat dilihat dan disesuaikan dengan tabel tenaga sehingga dapat diketahui unsur yang ada di dalam cuplikan yang dianalisis (Iswani, 1983).

Spektrometer XRF tersusun dari tiga komponen utama yaitu sumber radioisotop, detektor dan unit pemrosesan data. Sumber radioisotop adalah isotop-isotop tertentu yang dapat digunakan untuk mengeksitasi cuplikan sehingga menghasilkan sinar-X yang karakteristik. Radioisotop yang dapat digunakan adalah Fe, Co, Cd dan Am. Sumber radioisotop ini dibungkus sedemikian rupa dengan timbal agar penyebaran radiasinya terhadap lingkungan dapat dicegah. Spektrometer XRF yang menggunakan detektor Si(Li) biasanya dimasukkan dalam nitrogen cair. Hal ini dilakukan untuk mengatasi arus bocor bolak-balik yang disebabkan oleh efek termal, sehingga detektor Si(Li) harus dioperasikan pada suhu sangat rendah yaitu dengan menggunakan nitrogen cair (77K) sebagai pendingin. Apabila tidak dilakukan pendinginan maka arus akan bocor dan akan merusak daya pisah detektor. Selain itu pendingin dengan nitrogen cair juga diperlukan untuk menjaga agar ion-ion Li tidak merembes keluar dari kristal dan menyebabkan hilangnya daerah intrinsik (Iswani, 1983).

Teknik analisis dengan XRF lebih banyak digunakan karena cepat, lebih teliti, tidak merusak bahan, dapat digunakan pada cuplikan berbentuk padat, bubuk, cair maupun pasta. Metode analisis XRF ini adalah metode kalibrasi standar yang pada prinsipnya garis spektra unsur di dalam cuplikan diinterpolasikan ke dalam kurva kalibrasi standar yang dibuat antara intensitas garis spektra unsur yang sama terhadap konsentrasi (standar) (Iswani, 1983).

Persamaan garis kurva standar yang digunakan adalah:

$$Y = aX + b \quad (5)$$

Keterangan :

$$Y = \frac{\text{Cacah area unsur}}{\text{Cacah Compton}}$$

X = Konsentrasi unsur

Cacah compton dalam analisis XRF akan menghasilkan luas puncak compton. Luas puncak compton ini merupakan puncak yang dihasilkan dari pantulan sumber radioisotop. Tenaga yang dihasilkan biasanya sesuai unsur yang nomor atomnya lebih kecil dari sumber tersebut. Cacah unsur akan menghasilkan luas puncak unsur yaitu puncak yang dihasilkan dari pantulan sinar yang tenaganya spesifik untuk setiap unsur.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Kegiatan Praktek Kerja Lapangan ini dilaksanakan pada tanggal 22 juli sampai dengan 22 agustus 2019 di Gedung 6, Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA), Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Yogyakarta.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- | | |
|-------------------|----------------------------------|
| a. Neraca digital | e. Krus porselin |
| b. Plastic klip | f. Spatula |
| c. Kertas tissue | g. Kalsinator (<i>Furnace</i>) |
| d. Botol semprot | h. Instrument XRF |

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. $Zr(OH)_4$ dari

- sampel 1 pasir zircon : NaOH = (100:75) g
- sampel 2 pasir zircon : NaOH = (100:100) g
- sampel 3 pasir zircon : NaOH = (100:125) g

2. ZrO_2

3. Air bebas mineral

C. Tahap Kerja

1. Cara Kerja

- a. Memasukkan sampel $Zr(OH)_4$ hasil pengendapan dengan amoniamasing-masing ke dalam kurs porselin I, kurs porselin II, dan kurs porselin III.
- b. Kemudian memasukkan sampel kedalam furnace dengan suhu $800^{\circ}C$ selama 1 jam
- c. Mendinginkan dan mengerus hasil kalsinasi, kemudian sampel di timbang dengan neraca analitis
- d. Membawa sampel ke tempat analisis untuk di analisis menggunakan XRF

2. Analisis XRF

1. Menghidupkan spektrometer pendar sinar-X dan dipastikan sumber listrik yang digunakan sesuai dengan tegangan yang terpasang pada alat yaitu 220 volt.
2. Menghidupkan sumber listrik PLN dengan alat spektrometer pendar sinar-X dengan menekan handel *drop out relay* pada posisi "ON".
3. Menghidupkan tombol komputer hingga layar monitor terlihat menu *Mastro Think*, kemudian di klik *Mastro Think*, pada monitor keluar rangkaian perintah untuk menjalankan beroperasinya pencacahan, dengan cara memprogram waktu yang diinginkan untuk pencacahan.
4. Menghidupkan tombol *Power Supply* naikkan HV secara

perlahan (tegangan kerja negatif 100 volt).

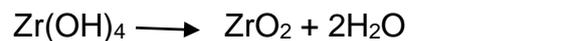
5. Menekan perintah menentukan (program) waktu pencacahan dipilih (300 detik) dan tekan "OK".
6. Meletakkan sampel diatas detektor, dengan sumber radio nuklida (sumber eksitasi).
7. Memilih sumber detektor sesuai dengan unsur yang diinginkan. Tunggu selama 30 menit untuk MCA (Multi Channel Analyzer) sebelum alat siap dioperasikan.
8. Setelah waktu pencacahan ditentukan, maka tekan start selanjutnya alat spektrometer pendar sinar-X mulai beroperasi.
9. Selesai pencacahan simpan data dalam file (nama file) dan dicatat pada buku *log book*. Bila akan mengambil data dalam file silahkan panggil nama file.
10. Perhitungan atau pengolahan data dilakukan dengan cara komparasi antar sampel dengan standar.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses kalsinasi ZOH yang dilakukan dengan pemanasan dalam tungku kalsinator pada suhu 800°C selama 1 jam, menunjukkan bahwa kalsinasi mampu menghilangkan senyawa ammonia dalam $Zr(OH)_4$ dan juga pengotor yang ada didalamnya, sekaligus mampu mendekomposisi $Zr(OH)_4$ menjadi ZrO_2

Reaksi kalsinasi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Hal ini membuktikan bahwa hasil penelitian dengan teori yang adatelah sesuai, apabila suhu yang digunakan pada proses kalsinasi dibawah 600°C maka gas CO_2 sebagai pengotor dalam sampel masih ada. Sedangkan air akan mulai hilang pada suhu 105°C, ammonia mulai hilang pada suhu 300°C dan mulai terdekomposisi pada suhu 800-1000°C. Dibutuhkan waktu 1 jam atau lebih untuk dapat menghilangkan senyawa ammonia yang masih terdapat di sampel serta Kristal ZrO_2 terbentuk memiliki ikatan yang kuat.



Gambar 4.1. Serbuk ZrO_2 hasil Kalsinasi

Dari gambar ZrO₂ dapat dilihat Kristal hasil kalsinasi, untuk sampel 1 warna kristal putih, sampel 2 warna kristal sedikit coklat, dan sampel 3 warna kristal putih. Sampel 2 berwarna putih kecoklatan disebabkan oleh pengotor pada saat sintesis ZOC menjadi ZOH dan pengotor berupa aluminium. Pengotor berupa aluminium berasal dari spatula aluminium yang digunakan saat pengambilan sampel hasil proses pengendapan ammonia.

Tidak hanya berpengaruh terhadap warna serbuk ZrO₂, namun juga mempengaruhi kadar ZrO₂ yang dihasilkan. Ternyata keberadaan aluminium menyebabkan kadar ZrO₂ menurun. Dapat dilihat pada tabel 5.1 hasil analisis menggunakan XRF.

Tabel 5.1 Hasil analisis serbuk ZrO₂ menggunakan ZRF

Sampel	Zr	Compton	Intensitas	Kadar zr (%)
Sampel 1	112300	2249	49.9333037	74.22495
Sampel 3	99887	1954	51.1192426	75.98782
Sampel 2	103258	2523	40.9266746	60.83676

Menurut hasil penelitian dari Nuryadin (2015) berdasarkan analisis XRF menunjukkan bahwa telah diperoleh serbuk zirkonia dengan kadar Zr sekitar 96%berat yang disintesis melalui metode alkali fusion-kopresipitasi. Sedangkan berdasarkan penelitian dari yang telah dilakukan kadar ZrO₂ dibawah 96%berat. Penurunan kadar terjadi karena ketidak akuratan pada setiap proses dan munculnya pengotor yang tidak diinginkan.

Sampel hasil kalsinasi yang diperoleh di timbang dengan neraca analitis, masing-masing menunjukkan penurunan massa yang sangat signifikan. Dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Yield Sampel Serbuk ZrO₂ setelah Kalsinasi

Sampel	Massa Sampel (gram)	Massa Hasil (gram)	Yield (%)
1	13.3	7	52,6316
2	8.1	4.7	58,0247
3	8.4	3.9	46,4286

Hal ini telah sesuai dengan teori yang ada, menurut Lisdawati (2015) Selain volum sel satuan dan estimasi ukuran kristal rata-rata, variasi suhu dan waktu kalsinasi juga berpengaruh pada pengurangan massa sampel serbuk ZrO₂. Dengan kenaikan suhu dan semakin lama waktu penahanan, massanya cenderung berkurang, ini menunjukkan bahwa semakin banyak massa air dan gugus hidroksil yang hilang sehingga juga mempengaruhi pembentukan fasa kristal ZrO₂. Dengan perolehan yield tertinggi dari perbandingan 100:100 yaitu sebesar 58,0247%, menurut jurnal penelitian terdahulu hasil tertinggi didapatkan pada perbandingan umpan 100:75. Diperkirakan terjadi kesalahan dan kontaminasi pada saat perlakuan sehingga yield dari perbandingan umpan 100:75 lebih kecil dari perbandingan umpan 100:100.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Perlakuan terbaik dari penelitian ini adalah pada jumlah berat NaOH 100 gram didapatkan kadar ZrO_2 tertinggi yaitu 75,9878 % dan yield tertinggi sebesar 58,0247 %. Semakin besar jumlah penambahan NaOH, maka hasil kalsinasi semakin baik dan kadar ZrO_2 semakin tinggi.

B. Saran

Sebaiknya dibuatkan sebuah prosedur tetap pada proses sintesis Zirkon dioksida supaya dapat bekerja dengan efektif dan mendapatkan hasil yang optimal, sertakan keterangan jika pada setiap tahap diambil sampel untuk diujikan

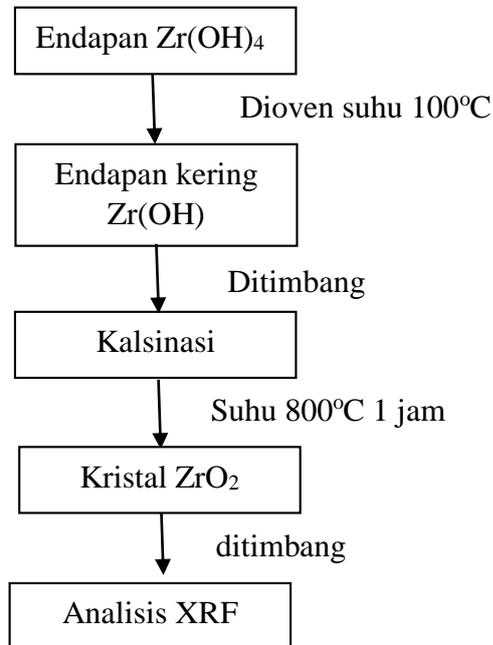
DAFTAR PUSTAKA

- Affatato, S., Goldoni, M., Testoni, M., and Toni, A. (2001), "Mixed Oxides Prosthetic Ceramic Ball Heads. Part 3: Effect of the ZrO₂ Fraction on the Wear of Ceramic on Ceramic Hip Joint Prostheses. A Long-Term in Vitro Wear Study", *Biomaterials*, vol. 22, hal.717-723.
- Afza, E. (2011), "Pembuatan Magnet Permanen Ba-Hexa Ferrite (BaO.6Fe₂O₃) dengan Metode Kopresipitasi dan Karakterisasinya", Skripsi, Departemen Fisika, Fakultas MIPA, USU, Medan.
- Biswas, R.K., Habib, M.A., Karmakar, A.K., and Islam, M.R. (2010), "A Novel Method for Processing of Bangladeshi Zircon: Part I: Baking, and Fusion with NaOH", *Hydrometallurgy*, vol. 103, hal. 124-129.
- Chevalier, J. 2006. What Future for Zirconia as a Biomaterial?. *Journal of Biomaterials*, (27): 535-543.
- Chiang, Y.-M., Birnie, D.P., Kingery, W.D. (1997), "Physical Ceramics: Principles for Ceramic Science and Engineering", Wiley, New York.
- Elsner, H. (2013), "DERA Rohstoffinformationen Zircon – Insufficient Supply in the Future?", DERA, Berlin.
- Giri,S., 2008, Synthesis And Characterization of Zirconia Coated Silica Nanoparticles For Catalytic Reactions, National Institute of Technology, Rourkela, (Disertasi).
- Iswani (1983). *Instrumentasi Kimia 1*. BATAN, Yogyakarta.
- Kumar, S., Snehasi, B., and Animesh, K.O. (2015), "Effect of Calcination Temperature on Phase Transformation, Structural and Optical Properties of Sol-gel Derived ZrO₂ Nanostructures". *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructure* 66, 74-80.
- Lisdawati, A.N. (2015). Effect Of Calcination Temperature And Holding Time On Phase Formation Of ZrO₂. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Manhique, A. (2003), "Optimisation of Alkali-fusion Process for Zircon Sands: A Kinetic Study for the Process." University of Pretoria, Pretoria.
- Mazdisyani, K.S. (1982), " Powder Synthesis from Metal–Organic Precursors", *Ceramics International* 8, 42–56.
- Muksin, I., C. Karang, W. Setiawan, dan L.N. Agung. (2014), *Prospeksi Zirkon, Pasir Kuarsa dan Kaolin di Kabupaten Bangka Tengah, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung*.

- Nuryadin, A. 2015. Sintesis ZrO_2 Dari Pasir Zirkon Alam Kereng Pangli Dengan Metode Alkali Fusion-Kopresipitasi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Piconi, C., dan Maccauro, G. (1999), "Review Zirconia as a Ceramic Biomaterial", *Biomaterials*, vol. 20, hal.1-25.
- Pirkle, F.L, dan Podmeyer, D.A. (1993), "Zircon: Origin and Use", *Society For Mining, Metallurgy, And Exploration, Inc.*, vol. 292.
- Poernomo, H. (2012), "Informasi Umum Zirkonia", Badan Tenaga Nuklir Nasional Pusat Teknologi Akselerator dan Poses Bahan, Yogyakarta.
- Priyono, S., dan Febrianto, E.T. (2012), "Pemurnian Serbuk Zirkonia dari Zirkon", *Telaah Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, vol. 30, no.1, hal. 1-6.
- Reed, J.S. (1988), "Introduction to the Principles of Ceramic Processing", John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Senyan, H., I.H. Silalahi, dan Harlia. 2013. Pengaruh Variasi Massa Natrium Hidroksida pada Pembuatan Zirkonium Oksida dari Pasir Mineral Zirkon Asal Mandor Kabupaten Landak. *JKK*, 2(3): 157-162.
- Skidmore, C. (2005), "Zirconium and Hafnium", MinChem Ltd., UK.
- Sudarto; Kallista,D; dan Hermawan,D,.2008, Kajian Teknis Aspek Pengawasan Bahan Niklir Dalam Pasir Zirkon,.Pusat pengkajian sistem teknologi dan pengawasan instalasi bahan nuklir, Prosiding seminar nasional saint dan teknologi II, Jakarta, 30-38
- Widodo, S. 2010. Teknologi Sol-Gel Pada Pembuatan Nano Kristalin Metal Oksida Untuk Aplikasi Sensor Gas. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Semarang. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Page 1-8.
- Yamagata, C., Andrade, J.B., Ussui, V., Lima, N.B., dan Paschoal, J.O.A. (2008), "High Purity Zirconia and Silica Powders via Wet Process: Alkali Fusion of Zircon Sand", *Mater. Sci. Forum*, vol. 591–593, hal. 771–776.

LAMPIRAN

- Diagram alir proses kalsinasi $Zr(OH)_4$



- Data perhitungan

1. Yield ZrO_2

- a. Sampel 1

Massa sampel $Zr(OH)_4$ = 13,3 gram

Massa hasil ZrO_2 = 7 gram

$$yield = \frac{massa\ hasil}{massa\ sampel} \times 100\ %$$

$$= \frac{7}{13,3} \times 100\ %$$

$$= 52,6316\ %$$

e. Sampel 2

 Massa sampel $\text{Zr}(\text{OH})_4 = 8,4$ gram

 Massa hasil $\text{ZrO}_2 = 3,9$ gram

$$\text{b. yield} = \frac{\text{massa hasil}}{\text{massa sampel}} \times 100 \%$$

$$= \frac{4,7}{8,1} \times 100 \%$$

$$= 58,0247 \%$$

a. Sampel 3

 Massa sampel $\text{Zr}(\text{OH})_4 = 8,1$ gram

 Massa hasil $\text{ZrO}_2 = 4,7$ gram

$$\text{yield} = \frac{\text{massa hasil}}{\text{massa sampel}} \times 100 \%$$

$$= \frac{3,9}{8,4} \times 100 \%$$

$$= 46,4286 \%$$

Sampel	Massa Sampel (gram)	Massa Hasil (gram)	Yield (%)
1	13.3	7	52,6316
2	8.1	4.7	58,0247
3	8.4	3.9	46,4286

2. Kadar ZrO_2 Hasil XRF
• Menghitung Intensitas

$$\text{a. Sampel standar} = \frac{\text{Cacah net}}{\text{cacah compton}} = \frac{112329}{3470} = 32,3715$$

$$\text{b. Sampel 1} = \frac{\text{Cacah net}}{\text{cacah compton}} = \frac{112300}{2249} = 49,9333$$

$$\text{c. Sampel 2} = \frac{\text{Cacah net}}{\text{cacah compton}} = \frac{99887}{1954} = 75,9878$$

$$\text{d. Sampel 3} = \frac{\text{Cacah net}}{\text{cacah compton}} = \frac{103258}{2523} = 60,8367$$

- Menghitung Kadar ZrO_2

- a. Kadar Zr pada ZrO_2 Standar

$$\text{Kadar ZrO}_2 = 65\%$$

$$\text{Kadar Zr} = \frac{BA \text{ Zr}}{BM \text{ ZrO}_2} \times \text{kadar ZrO}_2$$

$$= \frac{91,22}{123,22} \times 65 \%$$

$$= 48,9611 \%$$

$$\text{b. Sampel 1} = \frac{\text{intensitas sampel 1}}{\text{intensitas standar}} \times \text{kadar Zr}$$

$$= \frac{49,9333}{32,3715} \times 48,9611 \%$$

$$= 74,2249 \%$$

$$\text{c. Sampel 2} = \frac{\text{intensitas sampel 2}}{\text{intensitas standar}} \times \text{kadar Zr}$$

$$= \frac{51,1192}{32,3715} \times 48,9611 \%$$

$$= 75,9878 \%$$

$$\text{d. Sampel 3} = \frac{\text{intensitas sampel 3}}{\text{intensitas standar}} \times \text{kadar Zr}$$

$$= \frac{40,9267}{32,3715} \times 48,9611 \%$$

$$= 60,8367 \%$$

Sampel	Zr	Compton	Intensitas	Kadar zr (%)
Sampel 1	112300	2249	49.9333037	74.22495
Sampel 3	99887	1954	51.1192426	75.98782
Sampel 2	103258	2523	40.9266746	60.83676

DOKUMENTASI



Gambar 1. Tungku Kalsinasi



Gambar 2. Sampel ZrO_2



Gambar 3. Instrumen XRF



Gambar 4. Neraca Analitis