

TUGAS AKHIR

**ANALISIS HASIL EKSTRAKSI NANOSILIKA
BERBAHAN DASAR *FLY ASH* MENGGUNAKAN
METODE PEMANASAN DENGAN VARIASI WAKTU
PENGERINGAN**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas
Sriwijaya**



SABRINA GHITA LESTARI
03011382126117

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sabrina Ghita Lestari

NIM : 03011382126117

Judul : Analisis Hasil Ekstraksi Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash*
Menggunakan Metode Pemanasan dengan Variasi Waktu Pengeringan.

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS HASIL EKSTRAKSI NANOSILIKA BERBAHAN DASAR *FLY ASH* MENGGUNAKAN METODE PEMANASAN DENGAN VARIASI WAKTU PENGERINGAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

SABRINA GHITA LESTARI

03011382126117

Palembang, Desember 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing


Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T.,M.T.

NIP. 198605192019031007

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan




Dr. Ir. Saloma, S.T.,M.T.

NIP. 197610312002122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Hasil Ekstraksi Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash* Menggunakan Metode Pemanasan dengan Variasi Waktu Pengeringan” yang disusun oleh Sabrina Ghita Lestari, NIM 03011382126117 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Desember 2024.

Palembang, 21 Desember 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

1. Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.
NIP. 198605192019031007

()

Anggota:

2. Dr. Ir. K.M. Aminuddin, S.T., M.T.
NIP. 1972031419990031006

()

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM
NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. W. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sabrina Ghita Lestari

NIM : 03011382126117

Judul : Analisis Hasil Ekstraksi Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash*
Menggunakan Metode Pemanasan dengan Variasi Waktu Pengeringan.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Desember 2024



Sabrina Ghita Lestari
NIM. 03011382126117

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Sabrina Ghita Lestari
Jenis Kelamin : Perempuan
E-mail : sabrinaghita4@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD NEGERI 18 OKU	-	-	SD	2009 - 2015
SMP NEGERI 1 OKU	-	-	SMP	2015 - 2017
SMA NEGERI 17 PALEMBANG	-	IPA	SMA	2017 - 2021
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2021- 2024

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Sabrina Ghita Lestari

03011382126117

RINGKASAN

ANALISIS HASIL EKSTRAKSI NANOSILIKA BERBAHAN DASAR *FLY ASH* MENGGUNAKAN METODE PEMANASAN DENGAN VARIASI WAKTU PENGERINGAN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, 21 Desember 2024

Sabrina Ghita Lestari; Dimbing oleh Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xx + 71 halaman, 72 gambar, 10 tabel,

Nanosilika merupakan silika yang berukuran nano yaitu berkisar 1-100 nm dan memiliki fungsi untuk meningkatkan kuat tekan beton. Nanosilika dapat dihasilkan dengan proses ekstraksi dari limbah berupa *fly ash*. Material yang digunakan pada penelitian ini berupa *fly ash*, larutan NaCl, larutan NaOH dan aquades. Penelitian ini menggunakan variasi waktu pengeringan yaitu 12, 15, dan 18 jam. Pada penelitian ini menggunakan pengujian mikrostruktur untuk menganalisis hasil ekstraksi berupa *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil XRF selaras dengan hasil XRD dan SEM. Semakin lama waktu pengeringan maka akan semakin besar ukuran dan persentase kristal serta menurunkan kadar silika di dalam sampel. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa waktu optimum untuk pengeringan pada proses ekstraksi adalah 12 jam yang menghasilkan kemurnian silika $\pm 33\%$ serta ukuran kristal rata-rata sebesar 39,96 nm dengan kristalin sebanyak 13,42% dan amorf sebanyak 86,57%

Kata kunci: *nanosilica in concrete, extraction process, drying time variation, XRD, XRF, SEM*

SUMMARY

ANALYSIS OF NANOSILICA EXTRACTION RESULTS BASED ON FLY ASH USING A HEATING METHOD WITH DRYING TIME VARIATION

Scientific papers in form of Final Projects, December 21st, 2024

Sabrina Ghita Lestari; Guide by Advisor Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xx + 71 pages, 72 images, 10 tables

Nanosilica is nano-sized silica which is around 1-100 nm and has a function to increase the compressive strength of concrete. Nanosilica can be produced by extraction process from fly ash waste. The materials used in this study were fly ash, Hydrochloric acid (HCl) solution, Sodium Hydroxide (NaOH) solution, and distilled water. This study used variations in drying time for 12, 15, and 18 hours. This study used microstructure testing to analyze the extraction results consisting of X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscope (SEM). From these results, it can be concluded that the longer the drying time, the larger the size and higher the percentage of crystals also it can reduce the silica content in the sample. Based on the test, it was obtained that the optimum time for drying in the extraction process was 12 hours which produced silica purity of $\pm 33\%$ and an average crystal size of 39.96 nm with crystalline as much as 13.42% and amorphous as much as 86.57 %.

Keywords: *nanosilica in concrete, extraction process, drying time variation, XRD, XRF, SEM*

ANALISIS HASIL EKSTRAKSI NANOSILIKA BERBAHAN DASAR *FLY ASH* MENGGUNAKAN METODE PEMANASAN DENGAN VARIASI WAKTU PENGERINGAN

Sabrina Ghita Lestari¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: sabrinaghita4@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: arieputrausman@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Nanosilika merupakan silika yang berukuran nano yaitu berkisar 1-100 nm dan memiliki fungsi untuk meningkatkan kuat tekan beton. Nanosilika dapat dihasilkan dengan proses ekstraksi dari limbah fly ash. Material yang digunakan pada penelitian ini berupa fly ash, larutan NaCl, larutan NaOH dan aquades. Penelitian ini menggunakan variasi waktu pengeringan selama 12, 15, dan 18 jam. Pada penelitian ini menggunakan pengujian mikrostruktur untuk menganalisis hasil ekstraksi berupa X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), dan Scanning Electron Microscope (SEM). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka akan semakin besar ukuran dan persentase kristal serta menurunkan kadar silika di dalam sampel. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa waktu optimum untuk pengeringan pada proses ekstraksi adalah 12 jam yang menghasilkan kemurnian silika $\pm 33\%$ serta ukuran kristal rata-rata sebesar 39,96 nm dengan kristalin sebanyak 13,42% dan amorf sebanyak 86,57%.

Kata kunci: *nanosilica in concrete, extraction process, drying time variation, XRD, XRF, SEM*

Palembang, Desember 2024
Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.
NIP. 198605192019031007

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. If. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

ANALYSIS OF NANOSILICA EXTRACTION RESULTS BASED ON FLY ASH USING A HEATING METHOD WITH DRYING TIME VARIATION

Sabrina Ghita Lestari¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: sabrinaghita4@gmail.com

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: arieputrausman@ft.unsri.ac.id

Abstract

Nanosilica is nano-sized silica which is around 1-100 nm and has a function to increase the compressive strength of concrete. Nanosilica can be produced by extraction process from fly ash waste. The materials used in this study were fly ash, Hydrochloric acid (HCl) solution, Sodium Hydroxide (NaOH) solution, and distilled water. This study used variations in drying time for 12, 15, and 18 hours. This study used microstructure testing to analyze the extraction results consisting of X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscope (SEM). From these results, it can be concluded that the longer the drying time, the larger the size and higher the percentage of crystals also it can reduce the silica content in the sample. Based on the test, it was obtained that the optimum time for drying in the extraction process was 12 hours which produced silica purity of $\pm 33\%$ and an average crystal size of 39.96 nm with crystalline as much as 13.42% and amorphous as much as 86.57 %.

Keywords: *nanosilica in concrete, extraction process, drying time variation, XRD, XRF, SEM*

Palembang, Desember 2024
Dosen Pembimbing I,



Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.
NIP. 198605192019031007

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat, berkah dan karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Hasil Ekstraksi Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash* Menggunakan Metode Pemanasan dengan Variasi Waktu Pengeringan**”. Pada kesempatan ini, penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE., M.Si., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Ibu Aztri Kurnia Yuli, S.T., M.Eng. Selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan.
6. Dosen-dosen serta staf Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Univeristas Sriwijaya yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Ibu Anisah serta Teknisi Jurusan Teknik Kimia dan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis dalam kelancaran dan mencari kelengkapan selama penelitian Tugas Akhir.
8. Bapak Iskandar Zulkarnain dan Ibu Nurlaina selaku orang tua yang telah memberi dukungan penuh, doa serta kasih sayang kepada penulis hingga saat ini.
9. Kak Jimly, Kak Ichsan, Yuk Pira selaku saudara kandung yang telah memberikan arahan, dukungan serta doa kepada penulis.
10. Teman-teman tugas akhir, Endi, Naurah, Ismi, Zakiah, Alda, Tiara, Alifah, Rana, Fakri, Ricky, Alvin, Egan, Iqbal, Ghafar, Ida, Adi, Wina, Dila, Dewi,

dan Irsyad yang telah berjuang bersama dalam semester terakhir.

11. Sahabat SMA, Sudestri Hardini yang selalu memberikan waktu, dukungan serta semangat kepada penulis agar tidak pernah menyerah dengan tantangan kehidupan.
12. Sahabat SMP, Nadia, Tari, dan Faiza yang terus ada serta memberikan afirmasi positif dari dahulu hingga sekarang kepada penulis.
13. Kak Christine Tamana selaku kakak tingkat yang selalu memberikan arahan dan bimbingan terkait tugas akhir.

Dalam menyusun proposal ini, penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi penulis dan bagi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, Desember 2024

Sabrina Ghita Lestari

DAFTAR ISI

PERNYATAAN INTEGRITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR NOTASI.....	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Metode Pengumpulan Data.....	3
1.6 Rencana Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Beton.....	6
2.2 Teknologi Nano	6
2.2.1 Kelebihan Teknologi Nano.....	8
2.2.2 Kekurangan Teknologi Nano.....	9
2.3 Nanosilika	9
2.4 Proses Ekstraksi.....	10
2.4.1 Ekstraksi Cair-Cair	11

2.4.2	Ekstraksi Fase Padat	11
2.4.3	Ekstraksi Padat-Cair	12
2.5	Metode Pemanasan	13
2.6	<i>Fly Ash</i>	14
2.6.1	Jenis-Jenis <i>Fly Ash</i>	16
2.7	Pengujian Mikrostruktur	17
2.7.1	<i>X-Ray Diffraction</i>	17
2.7.2	<i>X-Ray Fluorescence</i>	17
2.7.3	<i>Scanning Electron Microscope</i>	18
2.8	Variasi Waktu Pengeringan	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		21
3.1	Studi Literatur	21
3.2	Alur penelitian	21
3.3	Material	23
3.3.1	<i>Fly Ash</i>	23
3.3.2	Larutan Asam Klorida (HCl) 1M	23
3.3.3	Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) 3M	24
3.3.4	Akuades atau Air Suling	24
3.4	Peralatan	24
3.4.1	Timbangan Digital	25
3.4.2	Oven	25
3.4.3	Gelas <i>Beaker</i>	26
3.4.4	Corong	26
3.4.5	Kertas Saring	27
3.4.6	Saringan 200 mesh	27
3.4.7	Cawan	28
3.4.8	Termometer	28
3.4.9	<i>Potential of Hydrogen (pH) Meter</i>	28
3.4.10	<i>Hotplate</i>	29
3.4.11	Mortar dan Pestle	29
3.4.12	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	30
3.4.13	<i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	30

3.5 Tahapan Pengujian.....	31
3.1.1 Tahap 1	32
3.1.2 Tahap 2	32
3.1.3 Tahap 3	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Pengujian Mikrostruktur.....	48
4.1.1 Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	48
4.1.2 Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	51
4.1.3 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	61
BAB 5 PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Beberapa hal dalam ukuran nanometer (Yedaf et al., 2022)	7
Gambar 2.2 Gambar 2.2 Diagram Proses Ekstraksi (Patel et al., 2019)	10
Gambar 2.3 Langkah-langkah proses ekstraksi fase padat (Petel et al., 2019).....	12
Gambar 2.4 Mesin XRD (Muttaqin et al., 2023)	17
Gambar 2.5 Mesin SEM (Wanner G, 2022).....	19
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	22
Gambar 3.2 Fly ash	23
Gambar 3.3 Larutan HCl 1M	23
Gambar 3.4 Larutan NaOH 3M	24
Gambar 3.5 Akuades	24
Gambar 3.6 Timbangan digital.....	25
Gambar 3.7 Oven	25
Gambar 3.8 Gelas beaker	26
Gambar 3.9 Corong.....	26
Gambar 3.10 Kertas saring.....	27
Gambar 3.11 Kertas saring.....	27
Gambar 3.12 Cawan.....	28
Gambar 3.13 Termometer	28
Gambar 3.14 Potential of hydrogen (pH) meter.....	29
Gambar 3.15 Hotplate	29
Gambar 3.16 Mortar dan pestle.....	30
Gambar 3.17 X-Ray Diffraction (XRD)	30
Gambar 3.18 Scanning Electron Microscope (SEM).....	31
Gambar 3.19 X-Ray Fluorescence (XRF)	31
Gambar 3.20 Penyaringan fly ash	33
Gambar 3.21 Penimbangan fly ash	33
Gambar 3.22 Fly ash sebanyak 40 gram tiap sampel.....	34
Gambar 3.23 Penuangan HCL 1M sebanyak 100 mL	34
Gambar 3.24 Penuangan HCl ke fly ash	34
Gambar 3.25 Pengeringan sampel pada temperatur 90°C	35
Gambar 3.26 Penyaringan endapan.....	35

Gambar 3.27 Pencucian dengan akuades	36
Gambar 3.28 Pengecekan pH	36
Gambar 3.29 Pengeringan endapan.....	36
Gambar 3.30 Pemanasan oven suhu 110°C	37
Gambar 3.31 Penuangan NaOH 3M	37
Gambar 3.32 Pencampuran NaOH dan endapan.....	37
Gambar 3.33 Pengeringan selama 4 jam.....	38
Gambar 3.34 Penyaringan endapan.....	38
Gambar 3.35 Hasil filtrasi	38
Gambar 3.36 Pencampuran 1:1 HCl dan akuades.....	39
Gambar 3.37 Pendiaman filtrat campuran selama 18 jam	39
Gambar 3.38 Pengeringan filtrat	39
Gambar 3.39 Hasil pengeringan filtrat.....	40
Gambar 3.40 Pengeringan di oven suhu 110°C	40
Gambar 3.41 Pengalusan silika	40
Gambar 3.42 Hasil ekstraksi nanosilika.....	41
Gambar 3.43 <i>New Project</i> di Origin.....	42
Gambar 3.44 Data Excel XRD.....	42
Gambar 3.45 Plot grafik di Origin	43
Gambar 3.46 <i>Toolbox Analysis</i> di Origin	43
Gambar 3.47 Mencari <i>peaks</i> di Origin.....	44
Gambar 3.48 Nilai maksimum data XRD di Excel.....	44
Gambar 3.49 Menambah data 2-theta di <i>Peaks Info</i>	45
Gambar 3.50 <i>Fix Width for All Peaks</i> di Origin.....	46
Gambar 3.51 Luas area total pada Origin	47
Gambar 3.52 Informasi luas area pada grafik Origin.....	47
Gambar 4.1 Hasil Pengujian XRD Variasi Waktu Pengeringan 12 Jam	51
Gambar 4.2 Hasil Pengujian XRD Variasi Waktu Pengeringan 15 Jam	52
Gambar 4.3 Hasil Pengujian XRD Variasi Waktu Pengeringan 18 Jam	52
Gambar 4.4 Hasil perhitungan origin luas area titik puncak dengan variasi waktu pengeringan 12 jam	55

Gambar 4.5 Grafik luas area titik puncak dengan variasi waktu pengeringan 12 jam.....	55
Gambar 4.6 Hasil perhitungan luas area total dengan variasi waktu pengeringan 12 jam.....	56
Gambar 4.7 Hasil perhitungan luas area titik puncak dengan variasi waktu pengeringan 15 jam	56
Gambar 4.8 Grafik luas area titik puncak dengan variasi waktu pengeringan 15 jam.....	57
Gambar 4.9 Hasil perhitungan luas area total dengan variasi waktu pengeringan 15 jam.....	57
Gambar 4.10 Hasil perhitungan luas area titik puncak dengan variasi waktu pengeringan 18 jam	58
Gambar 4.11 Grafik luas area titik puncak dengan variasi waktu pengeringan 18 jam.....	58
Gambar 4.12 Hasil perhitungan luas area total dengan.....	59
Gambar 4.13 Hasil SEM variasi waktu pengeringan 12 jam.....	61
Gambar 4.14 Hasil SEM variasi waktu pengeringan 15 jam.....	62
Gambar 4.15 Hasil SEM variasi waktu pengeringan 18 jam.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen serta kandungan di dalam fly ash	15
Tabel 2.2 Komponen kimia dan persyaratan fisik dari fly ash tipe F dan tipe C..	16
Tabel 2.3 Hasil uji daya serap bilangan iod terhadap waktu pengeringan	20
Tabel 4.1 Hasil XRF variasi waktu pengeringan 12 jam	49
Tabel 4.2 Hasil XRF variasi waktu pengeringan 15 jam	49
Tabel 4.3 Hasil XRF variasi waktu pengeringan 18 jam	50
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Ukuran Kristal 12 Jam.....	53
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Ukuran Kristal 15 Jam.....	53
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Ukuran Kristal 18 Jam.....	54
Tabel 4.7 Perbandingan persentase nilai kristalin dan amorf.....	60

DAFTAR NOTASI

Notasi :

D = ukuran kristal (nm)

K = konstanta bentuk kristal (0.9 - 1)

λ = panjang gelombang sinar-X (0,15406 nm)

β = lebar penuh setengah maksimum (FWHM) dari puncak difraksi (rad)

θ = sudut difraksi (derajat)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi mengalami peningkatan yang sangat cepat dewasa ini. Perkembangan ini mempengaruhi banyak aspek dalam kehidupan, juga mendorong produksi yang berlimpah dikarenakan kebutuhan semakin meningkat, salah satu contohnya adalah produksi batu bara. Batu bara merupakan energi fosil yang dapat menjadi penggerak produksi serta transportasi yang sangat dimanfaatkan sehingga membuat manusia mengalami ketergantungan (Baiquni, 2009). Batu bara dimanfaatkan menjadi energi dengan cara dibakar lalu uap hasil dari pembakaran akan menggerakkan turbin yang dapat memutar generator listrik. Dalam proses pembakaran batu bara yang sangat banyak, terdapat kekurangan seperti penghasilan limbah yang tidak baik bagi lingkungan. Salah satu contoh limbah produksi tersebut adalah *fly ash* atau abu terbang.

Fly ash atau abu terbang merupakan limbah yang berasal dari proses produksi batu bara pada pembangkit listrik. Limbah ini berbentuk padat halus dan berada diatas permukaan pada saat pembakaran batu bara karena itu disebut sebagai abu terbang. Jumlah *fly ash* yang dihasilkan dari setiap ton produksi batu bara sekitar 15%-17% dan termasuk jumlah yang banyak untuk penghasilan limbah. Negara Indonesia sendiri dapat menghasilkan limbah ini sebesar satu juta ton pertahun dan seiring berjalannya waktu akan sangat sulit mendapatkan ruang untuk pembuangan serta pengolahannya (Sari dan Sundari, 2020). Potensi yang besar dari penghasilan *fly ash* mendorong banyaknya penelitian untuk memanfaatkan limbah tersebut menjadi sesuatu yang lebih berguna. Dalam pemanfaatannya, dikembangkan penelitian untuk mengubah *fly ash* menjadi bahan campuran pada beton.

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang paling sering digunakan. Beton terbuat dari beberapa material seperti air, pasir yang sering digunakan sebagai agregat halus, kerikil yang sering digunakan sebagai agregat kasar, dan semen. Material yang memiliki biaya paling tinggi di dalam beton adalah semen

dikarenakan memiliki banyak proses yang harus dilakukan untuk membuatnya. Prosesnya sendiri dapat menghasilkan banyak permasalahan bagi lingkungan seperti produksi bahan bakar fosil yang berlebihan, deforestasi dan emisi CO₂. Semen berkontribusi sebesar 7% dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca dunia (Junaid et al., 2022). Pengaruh terhadap lingkungan tersebut menghantarkan kepada inovasi untuk memanfaatkan limbah *fly ash* sebagai bahan pengganti semen pada beton. Hal ini dapat terjadi dikarenakan komposisi dalam semen sebagai salah satu bahan utama dari beton juga terdapat dalam *fly ash* yaitu senyawa silika (SiO₂).

Perkembangan teknologi menciptakan banyaknya studi tentang senyawa silika yang terkandung pada *fly ash* diubah dalam bentuk partikel nano. Hal ini memungkinkan ukuran nanometer yang sangat kecil dimiliki oleh partikel dari material. Partikel nano memiliki kisaran ukuran dari 1 sampai 100 nanometer yang dapat membuat susunan material menjadi lebih padat. Perubahan ini otomatis akan membuat berat *fly ash* menjadi berkurang sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan beton yang lebih ringan dari beton berbahan *fly ash* dengan partikel berukuran normal dan juga dapat meningkatkan kuat tekan beton. Pada proses pembuatan nano partikel dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti menggunakan cara ekstraksi dan penggilingan.

Ekstraksi yang dimaksud dari penelitian ini adalah berupa metode pemanasan menggunakan oven (alat pemanas). Metode ini memerlukan alat-alat serta beberapa larutan sebagai bahan ekstraksi yang akan digiling untuk merubah ukurannya menjadi bentuk nano. Proses ekstraksi dengan menggunakan metode pemanasan tentunya akan merubah karakteristik dari *fly ash* sehingga dapat diamati lebih jauh lagi. Pada prosesnya terdapat variabel yang juga mempengaruhi pada hasil pengujian dengan metode pemanasan yaitu variasi dari waktu pengeringan dan diperlukannya analisis tentang hasil tersebut. Oleh sebab itu, dilakukan penelitian tentang analisis hasil ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode pemanasan dengan variasi waktu pengeringan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang mengenai analisis hasil ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode pemanasan dengan variasi

waktu pengeringan maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi waktu pengeringan pada proses ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* dengan metode pemanasan.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dari penelitian dari analisis hasil ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode pemanasan dengan variasi waktu pengeringan yaitu menganalisis pengaruh variasi waktu pengeringan terhadap proses ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* dengan metode pemanasan.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian mengenai analisis pengaruh waktu pengeringan terhadap hasil ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* dengan metode pembakaran adalah sebagai berikut :

1. *Fly ash* sebanyak 40 gram yang lolos saringan 200 mesh.
2. Larutan HCl 1M sebanyak 100 ml dan 0,5M sebanyak 200ml.
3. Larutan NaOH 3M sebanyak 150 ml.
4. Akuades atau air suling yang telah mengalami proses pemurnian lebih lanjut.
5. Oven dan *hotplate* sebagai alat utama dalam metode pemanasan.
6. Variasi waktu pengeringan 12, 15, dan 18 jam.
7. Saringan 325 mesh digunakan sebagai ayakan untuk endapan ekstraksi.
8. Analisis karakteristik partikel nanosilika dengan menggunakan pengujian *X-Ray Diffraction*, *X-Ray Fluorescence*, dan *Scanning Electron Microscope*.

1.5 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode dari pengumpulan data dalam tugas akhir mengenai analisis hasil ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode pemanasan dengan variasi waktu pengeringan adalah sebagai berikut:

1. Data Primer

Pada tugas akhir ini data primer didapat secara langsung dari pengujian yang dilakukan di laboratorium serta hasil bimbingan secara langsung kepada dosen pembimbing.

2. Data Sekunder

Pada tugas akhir ini data sekunder didapatkan secara tidak langsung dari objek penelitian dan dari informasi bacaan yang dilihat di internet. Dalam penelitian tugas akhir ini data sekunder berupa studi pustaka yang digunakan sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan penelitian.

1.6 Rencana Sistematika Penulisan

Adapun rencana sistematika penulisan pada laporan tugas akhir mengenai analisis hasil ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode pemanasan dengan variasi waktu pengeringan adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan mengenai latar belakang dari tugas akhir, rumusan masalah dari tugas akhir, tujuan dari penelitian dalam tugas akhir, ruang lingkup dalam tugas akhir, metode dari pengumpulan data tugas akhir dan sistematika penulisan dalam tugas akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisikan mengenai kajian literatur yang digunakan dalam tugas akhir sebagai penjelasan teori dari pustaka dan literatur mengenai definisi proses ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode pemanasan dengan variasi waktu pengeringan.

BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas mengenai material dan alat uji yang akan digunakan dalam tugas akhir, pelaksanaan penelitian tugas akhir yang meliputi bagaimana proses ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode pemanasan dengan variasi waktu pengeringan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan mengenai hasil dari pengolahan data yang dihasilkan dari pengujian pada laboratorium mengenai proses ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode pemanasan dengan variasi waktu pengeringan

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian tugas akhir untuk dipergunakan kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C618-92a. "Standard Specification for Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as Mineral Admixture in Portland Cement Concrete," American Society for Testing and Materials, *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.02, West Conshohocken, Pennsylvania, 1994.
- Astuti, B., Abidah, N., Nugraha, K. A., & Fatiha, E. A. (2023). STRUCTURE AND MORPHOLOGY ANALYSIS OF ANNEALING POST-TREATMENT THIN FILM TITANIUM AND COPPER-DOPED ZINC OXIDE. *Indonesian Physical Review*, 6(3), 334-345.
- Baiquni, M. (2009). Revolusi Industri, Ledakan Penduduk dan Masalah Lingkungan. *Jurnal Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya* Vol 7 No 1, Juni 2021, 39-44. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol1.iss1.art3>
- Birajdar, S. D., Rajagopalan, S., Sawant, J.S., Padmanabhan, S. (2015). Continuous Countercurrent Liquid-Liquid Extraction Method for The Separation Of 2,3-Butanediol from Fermentation Broth Using N-Butanol and Phosphate Salt. *Process Biochemistry*, 50, 1449-1458.
- Boddolla, S., Thodeti, S. (2018). A Review on Characterization Techniques of Nanomaterials. *International Journal of Engineering, Science and Mathematics*. Vol 7 (1), 169-170.
- Boldoo, T., Ham, J., Kim, E., Cho, H. (2020). Review of The Photothermal Energy Convension Performance of Nanofluids, Their Applications, and Recent Advances. *Energies*, Vol 13 (21), 5748. <http://dx.doi.org/10.3390/en13215748>
- Cement Concrete & Aggregates Australia. (2018). Amorphous Silica Properties, Characterisation and Uses. Technical Note 79.
- Cho, Y. K., Yoo, S. W., Jung, S. H., Lee, K. M., & Kwon, S. J. (2017). Effect of Na₂O content, SiO₂/Na₂O molar ratio, and curing conditions on the compressive strength of FA-based geopolymer. *Construction and Building Materials*, 145, 253-260.
- Erwan, E. Y., & Oktavia, B. (2022). Penentuan Kondisi Optimum Waktu Aging dan Temperatur Pengeringan Pada Sintesis Silika Xerogel dengan Bahan Dasar

- Natrium Silikat dari Silika Alam. *Periodic*, 11(2), 1-5.
<https://doi.org/10.24036/p.v11i2.113715>
- Delvia, F., & Aini, S. (2020). Pengaruh Waktu Aging Terhadap Kristalinitas dan Ukuran Partikel Silika Mesopori. *Periodic*, 9(2), 47-49.
- Gajanan, K., Tijare, S.N. (2018). Applications of Nanomaterials. *Materialstoday : Proceedings*, Vol 5, Issue 1, Part 1, 1093-1096.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.187>
- Golubeva, O.Y. (2016). Effect of Synthesis Conditions on Hydrothermal Crystallization, Textural Characteristics and Morphology of Aluminum-Magnesium Montmorillonite. *Microporous Mesoporous Mater.* 224, 271–276. <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2015.12.057>.
- Guettierrez, R. M. P., Mendez, J. V. M., Vazquez, I. A. (2017). A Novel Approach to The Oral Delivery of Bionanostructures for Systemic Disease. *Nanostructures for Oral Medicine*, 27-59. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-47720-8.00002-x>
- Gupta, D., Jamwal, D., Rana, D., Katoch, A. (2018). Microwave Synthesized Nanocomposites for Enhancing Oral Bioavailability of Drugs. *Applications of Nanocomposites Materials in Drug Delivery*. Chapter 26, 622-623.
<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-813741-3.00027-3>
- Jiang, B., Wang, H., Zhang, Y. T., Li, S. B. (2023). Microwave-Assisted Synthesis of Zr-Based Metal-Organic Frameworks and Meta-Organic Cages. *Polyhedron*, Vol 243. <https://doi.org/10.1016/j.poly.2023.116569>
- John R. D. (2010). *Extraction Techniques in Analytical Sciences*. The Graduate School and School of Applied Sciences Northumbria University, Newcastle, UK.
- Junaid, M. F., Rehman, Z. ur, Kuruc, M., Medved', I., Bačinskas, D., Čurpek, J., Čekon, M., Ijaz, N., & Ansari, W. S. (2022). Lightweight Concrete from A Perspective of Sustainable Reuse of Waste Byproducts. In *Construction and Building Materials*, Vol. 319.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126061>

- Kargozar, S., Mozafari, M. (2018). Nanotechnology and Nanomedicine: Start Small, Think Big. *Materialstoday: Proceedings*, Vol 5, Issue 7, Part 3, 15492-15500. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.04.155>
- Maagi, M. T., & Jun, G. (2020). Effect of The Particle Size of Nanosilica on Early Age Compressive Strength in Oil-Well Cement Paste. *Construction and Building Materials*, 262, 120393. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120393>
- Mardiana, I., Wardhani, S., & Purwonugroho, D. (2013). *Pengaruh pH dan Waktu Aging dalam Sintesis Silika Xerogel Berbasis Sekam Padi* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Milaniak, N., Laroche, G., Massines, F. (2020). Atmospheric Pressure Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition of Nanocomposite Thin Films from Ethyl and Silica Nanoparticles. *Plasma Processes and Polymers*, Vol 8, Issue 2. <https://doi.org/10.1002/ppap.202000153>
- Mokhtar, N., & Hassan, M. F. M. (2021, May). Performance of Sodium Silicate as Self-Healing Agent on Concrete Properties: A Review. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1144, No. 1, p. 012024). IOP Publishing.
- Mourdikoudis, S., Pallares, R., M., Thanh, N. T. K. (2018). Characterization Techniques for Nanoparticles: Comparison and Complementarity Upon Studying Nanoparticle Properties. *Nanoscale*, Vol 10. <https://doi.org/10.1039/c8nr02278j>
- Munasir, M., Triwikantoro, T., Zainuri, M., & Darminto, D. (2012). Uji XRD dan XRF pada bahan mineral (batuan dan pasir) sebagai sumber material cerdas (CaCO₃ dan SiO₂). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 2(1), 20-29. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v2n1.p20-29>
- Muttaqin, R., Prayitno, W. S. W., Nurbaiti, U. (2023). Pengembangan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material: X-ray Diffractometer (XRD) Panalytical Xpert3 Powder. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(1), 9-16.
- Nuraeni, W., Daruwati, I., Maria W, Eva., Sriyani, M. E. (2013). Verifikasi Kinerja Alat Particle Size Analyzer (PSA) Horiba LB-550 untuk Penentuan Distribusi

Ukuran Nanopartikel. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR – BATAN.

- Nurmalita, N., Abdulmajid, S. N., Setiawan, A., Idroes, R., & Jalil, Z. (2023). Characteristics of Silica Powder Extracted from Fly Ash of Coal Fired Power Plant-Effect of Heat Treatment Process. *Journal of Ecological Engineering*, 24(9). <http://dx.doi.org/10.12911/22998993/169289>
- Okada, T., Lee, B. W., Ogami, A., Oyabu, T., & Myojo, T. (2019). Inhalation of Titanium Dioxide (P25) Nanoparticles to Rats and Changes in Surfactant Protein (SP-D) Levels in Bronchoalveolar Lavage Fluid and Serum. *Nanotoxicology*, 13(10), 1396-1408.
- Oliva P, Canencia, angelo Mark P, Walag (2016). Coal Combustion from Power Plant Industry Inmisamis Oriental, Philippines: a Potential Groundwater Contamination and Heavy Metal Detection. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences*. 18 (1): 55–59. ISSN 0972-3005.
- Rivera F, Martínez P, Castro J, López M. (2015). Massive Volume Fly-Ash Concrete: A More Sustainable Material with Fly Ash Replacing Cement and Aggregates. *Cement and Concrete Composites*, Vol 63, 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2015.08.001>
- Saloma, Nasution, A., Imran, I., Abdullah, M. (2015). Improvement of Concrete Durability by Nanomaterials. *Procedia Engineering*, Vol 125, 608-612. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.078>
- Sari, D. S., Sundari, S. Pemanfaatan Limbah Fly Ash dari Pembakaran Batubara pada Pembuatan Semen Pcc (Portland Composite Cement) di PT Semen Xyz Lampung. *Industrika*, vol. 4, no. 2, 2020, pp. 100-105, <https://doi.org/10.37090/indstrk.v4i2.233>
- Selçuk, S. A., Ayçam, İ. (2018). Nanotechnology in Built Environment: Pros and Cons of Nanomaterial Usage in Architecture. In *Proceedings of 3rd International Sustainable Buildings Symposium*, Vol 1, 269-281. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-63709-9_21
- Shi, D., Guo, Z., Bedford, N. (2015). *Nanomaterial and Devices (Micro & Nano Technologies Series)*. Elsevier, Chapter 1, 1-5.

- Siddique, R., Khan, M. I. (2011). Fly Ash. Supplementary Cementing Materials, Chapter 1, 1-9. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-17866-5>
- Silahooy, S. (2020). Analisis Serbuk Silika Amorf (SiO₂) Berbahan Dasar Pasir. *Science Map Journal*, 2(2), 75-78. <https://doi.org/10.30598/jmsvol2issue2pp75-78>
- Simanjuntak, B. A., & Purwaningsih, H. (2012). Pengaruh Kecepatan Milling Terhadap Perubahan Struktur Mikro Komposit Mg/Al₃Ti. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), F113-F116.
- Singh, M., & Naveen, B. P. (2014). Molecular Nanotechnology: A New Avenue for Environment Treatment. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 8(1), 93-99.
- Sudipta, I. G. K., & Sudarsana, K. (2009). Permeabilitas beton dengan penambahan styrofoam. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 13(2).
- Tarafdar, J. C., & Adhikari, T. (2015). Nanotechnology in soil science. *Soil Science: An Introduction.*, Chapter: Nanotechnology in Soil Science, 775-807.
- Treybal, R.E. (2007). *Liquid Extraction*. Pierce Press, ISBN 978-1406731262, Oakland.
- Li, Y., Tan, Z., Liu, Y., Lei, C., He, P., Li, J., ... & Li, Y. (2023). Past, Present and Future of High-nickel Materials. *Nano Energy*, 109070. <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2023.109070>
- Wanner, G. (2022). *A Practical Guide to Scanning Electron Microscopy in the Biosciences*. John Wiley & Sons.
- Yadav, J., Jasrotia, P., Kashyap, P. L., Bhardwaj, A. K., Kumar, S., Singh, M., Singh, G. P. (2022). Nanopesticides: Current Status and Scope for Their Application in Agriculture. *Plant Protection Science*, Vol 58 (1), 1-17. <https://doi.org/10.17221/102/2020-PPS>
- Zhang, Y., Yuan, S., Feng, X., Li, H., Zhou, J., & Wang, B. (2016). Preparation of Nanofibrous Metal–Organic Framework Filters for Efficient Air Pollution Control. *Journal of the American Chemical Society*, 138, 5785-5788.