

TUGAS AKHIR

**PROSES EKSTRAKSI NANOSILIKA BERBAHAN DASAR
FLY ASH MENGGUNAKAN METODE PEMANASAN
DENGAN VARIASI WAKTU PERENDAMAN**

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



ISMI AISYAH SALSABILA ASYSYIFA

03011382126123

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ismi Aisyah Salsabila Asyysifa

NIM : 03011382126123

Judul : Proses Ekstraksi Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash* Menggunakan Metode Pemanasan dengan Variasi Waktu Perendaman.

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.



Palembang, Januari 2025



Ismi Aisyah Salsabila Asyysifa
NIM. 03011382126123

HALAMAN PENGESAHAN

**PROSES EKSTRAKSI NANOSILIKA BERBAHAN DASAR
FLY ASH MENGGUNAKAN METODE PEMANASAN
DENGAN VARIASI WAKTU PERENDAMAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

ISMI AISYAH SALSABILA ASYSYIFA

03011382126123

Palembang, Januari 2025

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 “Proses Ekstraksi Nanosilika Berbahan Dasar Fly Ash Menggunakan Metode Pemanasan dengan Variasi Waktu Perendaman” yang disusun oleh Ismi Aisyah Salsabila Asyasyifa, NIM. 03011382126123 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Januari 2025.

Palembang, 23 Januari 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir:

Ketua:

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

()

Anggota:

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

()

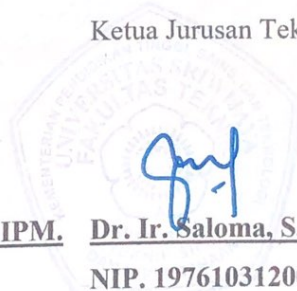
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



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

Ketua Jurusan Teknik Sipil



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

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ismi Aisyah Salsabila Asyisyifa

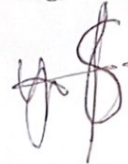
NIM : 03011382126123

Judul : Proses Ekstraksi Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash* Menggunakan Metode Pemanasan dengan Variasi Waktu Perendaman.

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, Januari 2025



Ismi Aisyah Salsabila Asyisyifa
NIM. 03011382126123

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

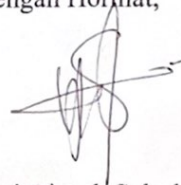
Nama Lengkap : Ismi Aisyah Salsabila Asyisyifa
Jenis Kelamin : Perempuan
E-mail : ismiasyhsalsabila@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD NEGERI 48 PRABUMULIH	-	-	SD	2009 - 2015
SMP NEGERI 5 PRABUMULIH	-	-	SMP	2015 - 2018
SMA NEGERI 3 PRABUMULIH	-	IPA	SMA	2018 - 2021
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	SI	2021- 2025

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Ismi Aisyah Salsabila Asyisyifa
03011382126123

RINGKASAN

PROSES EKSTRAKSI NANOSILIKA BERBAHAN DASAR *FLY ASH* MENGUNAKAN METODE PEMANASAN DENGAN VARIASI WAKTU PERENDAMAN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, 23 Januari 2025

Ismi Aisyah Salsabila Asyifa; Dimbing oleh Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xx + 69 halaman, 61 gambar, 12 tabel,

Nanosilika merupakan partikel silika (SiO_2) dengan ukuran nano, biasanya nanosilika ukurannya berkisar antara 1-100 nanometer (nm). Proses ekstraksi salah satu proses yang dapat menghasilkan nanosilika, proses ekstraksi merupakan proses pemisahan suatu komponen zat dari campurannya dengan menggunakan zat pelarut. Pada proses ekstraksi dapat memisahkan silika pada *fly ash*, dalam penelitian ini proses ekstraksi menggunakan metode pemanasan yang akan menggunakan larutan asan dan basa berupa asam klorida (NaCl), larutan NaOH serta aquades. Pada penelitian ini menggunakan variasi waktu perendaman 3 jam, 4 jam, dan 5 jam. Penelitian ini menggunakan pengujian mikrostruktur untuk menganalisis hasil ekstraksi berupa *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Waktu perendaman yang lama menghasilkan kristal yang lebih banyak dan ukuran yang lebih besar. Berdasarkan hasil pengujian waktu optimum yang baik dengan perendaman selama 3 jam yang memiliki kadar silika $\pm 31\%$ Sampel dengan variasi waktu perendaman 3 jam memiliki kadar silika $\pm 31\%$ dengan ukuran kristal sebesar 76,43 nm serta 86,45% amorf.

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

SUMMARY

NANOSILICA EXTRACTION PROCESS FROM FLY ASH USING HEATING METHOD WITH VARIATIONS OF SOAKING TIME

Scientific papers in form of Final Projects, January 23st, 2025

Ismi Aisyah Salsabila Asyasyifa; Guide by Advisor Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xx + 69 pages, 61 images, 12 tables

Nanosilica is a particle of silica (SiO₂) with nano size, usually nanosilica size ranges from 1-100 nanometers (nm). The extraction process is one of the processes that can produce nanosilica, the extraction process is the process of separating a component of a substance from its mixture using a solvent. In the extraction process, silica can be separated from fly ash, in this study the extraction process uses a heating method that will use acid and base solutions in the form of hydrochloric acid (NaCl), NaOH solution and aquades. This study used variations in soaking time of 3 hours, 4 hours, and 5 hours. This study uses microstructure testing to analyze the extraction results in the form of X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscope (SEM). Long soaking times produce more crystals and larger sizes. Based on the results of the optimum time test, the best one was soaked for 3 hours which had a silica content of ±31%. Samples with a soaking time variation of 3 hours had a silica content of ±31% with a crystal size of 76.43 nm and 86.45% amorphous.

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

PROSES EKSTRAKSI NANOSILIKA BERBAHAN DASAR FLY ASH MENGGUNAKAN METODE PEMANASAN DENGAN VARIASI WAKTU PERENDAMAN

Ismi Aisyah Salsabila Asyifa¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

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

E-mail: ismiasyhsalsabilaa@gmail.com

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

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

Abstrak

Nanosilika merupakan partikel silika (SiO_2) dengan ukuran nano, biasanya nanosilika ukurannya berkisar antara 1-100 nanometer (nm). Proses ekstraksi salah satu proses yang dapat menghasilkan nanosilika, proses ekstraksi merupakan proses pemisahan suatu komponen zat dari campurannya dengan menggunakan zat pelarut. Pada proses ekstraksi dapat memisahkan silika pada *fly ash*, dalam penelitian ini proses ekstraksi menggunakan metode pemanasan yang akan menggunakan larutan asan dan basa berupa asam klorida (NaCl), larutan NaOH serta aquades. Pada penelitian ini menggunakan variasi waktu perendaman 3 jam, 4 jam, dan 5 jam. Penelitian ini menggunakan pengujian mikrostruktur untuk menganalisis hasil ekstraksi berupa *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Waktu perendaman yang lama menghasilkan kristal yang lebih banyak dan ukuran yang lebih besar. Berdasarkan hasil pengujian waktu optimum yang baik dengan perendaman selama 3 jam yang memiliki kadar silika $\pm 31\%$ Sampel dengan variasi waktu perendaman 3 jam memiliki kadar silika $\pm 31\%$ dengan ukuran kristal sebesar 76,43 nm serta 86,45% amorf.

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

Palembang, Januari 2025
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

NANOSILICA EXTRACTION PROCESS FROM FLY ASH USING HEATING METHOD WITH VARIATIONS OF SOAKING TIME

Ismi Aisyah Salsabila Asyifa¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

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

E-mail: ismiasyhsalsabilaa@gmail.com

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

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

Abstract

Nanosilica is a particle of silica (SiO_2) with nano size, usually nanosilica size ranges from 1-100 nanometers (nm). The extraction process is one of the processes that can produce nanosilica, the extraction process is the process of separating a component of a substance from its mixture using a solvent. In the extraction process, silica can be separated from fly ash, in this study the extraction process uses a heating method that will use acid and base solutions in the form of hydrochloric acid (NaCl), NaOH solution and aquades. This study used variations in soaking time of 3 hours, 4 hours, and 5 hours. This study uses microstructure testing to analyze the extraction results in the form of X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscope (SEM). Long soaking times produce more crystals and larger sizes. Based on the results of the optimum time test, the best one was soaked for 3 hours which had a silica content of $\pm 31\%$. Samples with a soaking time variation of 3 hours had a silica content of $\pm 31\%$ with a crystal size of 76.43 nm and 86.45% amorphous.

Keywords: nanosilica in concrete, extraction process, soaking time, XRD, XRF, SEM

Palembang, Januari 2025
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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan judul “**Proses Ekstraksi Nanosilika Berbahan Dasar *Fly ash* Menggunakan Metode Pemanasan dengan Variasi Waktu Perendaman**” dengan tepat waktu.

Pada proses pembuatan laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari beberapa pihak. Maka dari itu, izinkan penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua papa dan mama, Isnendar dan Monalisa serta kedua adik penulis Adek Mai dan Adek Khalid yang turut memberikan doa, semangat, dukungan baik secara moral maupun materil, dan kesabaran dalam mendengarkan keluh kesah penulis hingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Bapak Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu memberikan ilmu dan waktunya membimbing penulis selama proses pembuatan hingga selesai laporan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Helmi Hakki, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan ilmu dan saran selama masa perkuliahan kepada penulis.
5. Rekan satu tim penulis Sabrina Ghita Lestari, Naurah ‘Afifah, dan Endi Dwitama yang telah membantu bekerja sama, belajar, dan sabar dalam menjelaskan kepada penulis selama penelitian.
6. Sahabat penulis Ervin Fahira yang menjadi tempat berkeluh kesah dan selalu memberikan waktu, motivasi, dorongan, dukungan, ketulusan, kesabaran, serta semangat kepada penulis.
7. Keluarga Besar Agus, Sabrina, Zakiah, Naurah, Alda, Tiara, dan Alifah yang telah kebersamai selama masa perkuliahan dari awal semester hingga akhir yang telah menjadi keluarga selama penulis menempuh studi di Teknik Sipil.

8. Sahabat penulis Aulia Putri Rahmadini dan Razanah Syadza yang telah berjuang bersama penulis sedari kelas 10 sampai sekarang dengan kesabaran, kegigihan, dan ketekunan untuk meraih cita-cita.
9. Teman-teman satu kelas penulis Teknik Sipil Palembang 2021 yang telah kebersamai penulis selama masa perkuliahan.

Tentunya besar harapan penulis agar Tugas Akhir ini agar bermanfaat bagi kita semua, terutama penulis dan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, Januari 2025

Ismi Aisyah Salsabila Asyasyifa

DAFTAR ISI

PERNYATAAN INTEGRITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Metode Pengumpulan Data	3
1.6 Rencana Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Nanoteknologi	5
2.1.1 Kelebihan Penggunaan Nanoteknologi	6
2.1.2 Kekurangan Penggunaan Nanoteknologi	7
2.2 Nanosilika	7
2.3 Proses Ekstraksi.....	8
2.3.1 Ekstraksi Padat-Cair (<i>Solid-Liquid Extraction</i>)	8
2.3.2 Ekstraksi Cair-Cair (<i>Liquid-Liquid Extraction</i>)	9
2.4 <i>Fly ash</i>	9
2.4.1 Sifat Kimia <i>Fly ash</i>	10
2.5 Proses Pemanasan.....	11
2.6 Variasi Waktu Perendaman	12

2.7	Pengujian Mikrostruktur	13
2.7.1	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	13
2.7.2	<i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	14
2.7.3	<i>Scanning Electron Miscroscope (SEM)</i>	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		17
3.1	Studi Literatur	17
3.2	Alur Penelitian	18
3.3	Material.....	20
3.3.1	<i>Fly ash</i>	20
3.3.2	Larutan HCl 1M	20
3.3.3	Larutan NaOH 3M	20
3.3.4	Akuades.....	21
3.4	Peralatan	21
3.4.1	Timbangan Digital	22
3.4.2	Gelas <i>Beaker</i>	22
3.4.3	Oven	22
3.4.4	Kertas Saring	23
3.4.5	Saringan.....	23
3.4.6	Potensial Hidrogen (pH) Meter	24
3.4.7	Cawan	24
3.4.8	Corong	25
3.4.9	Termometer	25
3.4.10	<i>Hotplate</i>	26
3.4.11	Mortar dan Pestle	26
3.4.12	Alat Pengujian <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	27
3.4.13	Alat Pengujian <i>Scanning Electron Miscroscope (SEM)</i>	27
3.4.14	Alat Pengujian <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	28
3.5	Prosedur Penelitian	28
3.5.1	Tahap 1	29
3.5.2	Tahap 2	30
3.5.3	Tahap 3	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		45
4.1	Pengujian Mikrostruktur	45
4.1.1	Pengujian <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	45

4.1.2 Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	49
4.1.3 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	59
BAB 5 PENUTUP	63
5.1 Kesimpulan	63
5.6 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Alir Klasifikasi Nanomaterial (Abid et al., 2022).....	5
Gambar 2.2 Diagram Skema Penggilingan (Rosario et al., 2022).....	14
Gambar 2. 3 Pola XRD Sampel Ekstraksi <i>Fly ash</i> dan Silika (Nurmalita, 2023).	14
Gambar 2.4 Pemindaian Mikrograf Elektron (a) <i>Fly ash</i> , (b) Silika_2 (c) Silika_4 (Nurmalita, 2023).....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	19
Gambar 3.2 <i>Fly ash</i>	20
Gambar 3.3 Larutan HCl.....	20
Gambar 3.4 Larutan NaOH 3M	21
Gambar 3.5 Akuades	21
Gambar 3.6 Timbangan Digital.....	22
Gambar 3.7 Gelas Beaker	22
Gambar 3.8 Oven	23
Gambar 3.9 Kertas Saring.....	23
Gambar 3.10 Saringan Ukuran 200 mesh	24
Gambar 3. 11 pH Meter.....	24
Gambar 3. 12 Cawan.....	25
Gambar 3. 13 Corong.....	25
Gambar 3. 14 Termometer	26
Gambar 3. 15 Hotplate	26
Gambar 3. 16 Mortar dan Pestle	27
Gambar 3.17 Alat Uji menggunakan X-Ray Diffraction (XRD).....	27
Gambar 3.18 Alat Uji <i>Scanning Electron Miscroscope</i> (SEM).....	28
Gambar 3.19 Alat Pengujian X-Ray Fluorescence (XRF).....	28
Gambar 3.20 Penyaringan <i>fly ash</i>	30
Gambar 3. 21 Penimbangan <i>fly ash</i>	31
Gambar 3.22 <i>Fly ash</i> sebanyak 40 gram tiap sampel.....	31
Gambar 3.23 Penuangan HCL 1M sebanyak 100 mL	31

Gambar 3.24 Penuangan HCl ke <i>fly ash</i>	32
Gambar 3.25 Pengeringan sampel pada temperatur 90°C	32
Gambar 3. 26 Penyaringan endapan.....	33
Gambar 3. 27 Pencucian dengan akuades	33
Gambar 3. 28 Pengecekan pH.....	33
Gambar 3. 29 Pengeringan endapan.....	34
Gambar 3. 30 Pemanasan oven suhu 110°C	34
Gambar 3. 31 Penuangan NaOH 3M	34
Gambar 3. 32 Pencampuran NaOH dan endapan.....	35
Gambar 3. 33 Pengeringan selama 4 jam.....	35
Gambar 3. 34 Penyaringan endapan.....	35
Gambar 3. 35 Hasil filtrasi	36
Gambar 3. 36 Pencampuran 1:1 HCl dan akuades.....	36
Gambar 3.37 Pendiaman filtrat campuran selama 18 jam	36
Gambar 3.38 Pengeringan filtrat.....	37
Gambar 3.39 Pengeringan di oven suhu 110°C	37
Gambar 3.40 Pengalusan silika.....	38
Gambar 3.41 Hasil ekstraksi nanosilika.....	38
Gambar 4.1 Hasil Pengujian XRD Variasi Waktu Perendaman 3 Jam	49
Gambar 4.2 Hasil Pengujian XRD Variasi Waktu Perendaman 4 Jam	50
Gambar 4.3 Hasil Pengujian XRD Variasi Waktu Perendaman 5 Jam	50
Gambar 4.4 Hasil Perhitungan Origin Luas Area Titik Puncak Dengan Variasi Waktu Perendaman 3 Jam	53
Gambar 4.5 Grafik Luas Area Titik Puncak Dengan Variasi Waktu Perendaman 3 Jam	54
Gambar 4.6 Hasil Perhitungan Luas Area Total Dengan Variasi Waktu Perendaman 3 Jam.....	54
Gambar 4.7 Hasil Perhitungan Luas Area Titik Puncak Dengan Variasi Waktu Perendaman 4 Jam.....	55
Gambar 4.8 Grafik Luas Area Titik Puncak Dengan Variasi Waktu Perendaman 4 Jam	55

Gambar 4.9 Hasil Perhitungan Luas Area Total Dengan Variasi Waktu Perendaman 4 Jam.....	56
Gambar 4.10 Hasil Perhitungan Luas Area Titik Puncak Dengan Variasi Waktu Perendaman 5 Jam.....	56
Gambar 4.11 Grafik Luas Area Titik Puncak Dengan Variasi Waktu Perendaman 5 Jam	57
Gambar 4.12 Hasil Perhitungan Luas Area Total Dengan Variasi Waktu Perendaman 5 Jam.....	57
Gambar 4.14 Hasil SEM Variasi Waktu Perendaman 3 Jam.....	60
Gambar 4.15 Hasil SEM Variasi Waktu Perendaman 4 Jam.....	61
Gambar 4.16 Hasil SEM variasi waktu perendaman 5 jam	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi dan Klasifikasi <i>Fly ash</i>	10
Tabel 2.2 Kisaran Koefisien Permeabilitas Abu Pembakaran Batubara di India...11	
Tabel 2.3 Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Proses Ekstraksi Silika	12
Tabel 4.1 Hasil XRF variasi waktu perendaman 3 jam.....	45
Tabel 4.2 Hasil XRF variasi waktu perendaman 4 jam.....	46
Tabel 4.3 Hasil XRF variasi waktu perendaman 5 jam.....	47
Tabel 4.4 Hasil XRF fly ash setelah ditambahkan larutan asam dan basa.....	48
Tabel 4.5 Hasil Ukuran Kristal Variasi Waktu Perendaman 3 Jam	51
Tabel 4.6 Hasil Ukuran Kristal Variasi Waktu Perendaman 4 Jam	52
Tabel 4.7 Hasil Ukuran Kristal Variasi Waktu Perendaman 5 Jam	52
Tabel 4.8 Perbandingan Persentase Nilai Kristalin dan Amorf.....	58
Tabel 4.9 Penyusun yang terdapat didalam semen portland	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di Indonesia saat ini banyak peningkatan dalam pembangunan infrastruktur dengan menggunakan teknologi terbaru. Dengan perkembangan teknologi yang semakin pesat tentunya banyak inovasi dalam pembangunan infrastruktur dari segi ekonomis, tahan lama, serta ramah lingkungan. Pembangunan konstruksi yang ramah lingkungan dapat didukung oleh teknologi dan material yang digunakan. Material yang digunakan dalam pembangunan proyek konstruksi antara lain penggunaan beton yang proses pembuatannya menggunakan semen, agregat, pasir, dan air. Penggunaan beton didalam proyek konstruksi sangat besar sehingga dibutuhkan nilai ekonomis serta ramah lingkungan.

Meningkatnya proyek konstruksi menyebabkan meningkatnya penggunaan beton. Dengan meningkatnya penggunaan beton, maka semakin meningkat kebutuhan material yang digunakan salah satunya semen. Disisi lain, semen merupakan material yang tidak ramah lingkungan yang dapat menyebabkan meningkatnya emisi gas CO₂ ke atmosfer. Dengan kata lain, memproduksi 1 ton semen sama dengan menghasilkan 1 ton CO₂ ke dalam udara (Davidovits, J, 1994; Purnamasari dan Wardhono, 2018). Pengurangan CO₂ bisa didapatkan dari aktivitas produksi, seperti produksi limbah abu terbang (*fly ash*). Limbah abu terbang (*fly ash*) dapat menggantikan material semen sebagai material pembuat beton yang lebih ramah lingkungan.

Bahan pengganti semen yang saat ini umum digunakan adalah *silica fume*, *copper slag* dan *fly ash*, dimana *fly ash* merupakan bahan pengganti yang paling luas dipakai saat ini. Penggunaan material limbah abu terbang (*fly ash*) fungsinya sebagai bahan perekat konstruksi beton. *Fly ash* mengandung silika (SiO₂) dalam jumlah yang cukup besar, sekitar 40-60%. Oleh karena itu *fly ash* memiliki potensi yang besar untuk pembuatan beton skala besar. Dengan menggunakan bahan *fly ash*, akan mengurangi produksi serta penggunaan semen portland serta menambah penggunaan *fly ash* sebagai limbah dari pembakaran batu bara.

Teknologi terbaru membuat banyak perkembangan, salah satunya menciptakan senyawa silika yang terkandung didalam *fly ash* menjadi partikel yang lebih kecil yang biasanya disebut partikel nanosilika. Dengan menggunakan teknologi yang terbaru silika pada *fly ash* dapat menggunakan proses ekstraksi agar dapat diekstraksi menjadi partikel nanosilika yang lebih kecil dan lebih padat. Proses ekstraksi silika pada *fly ash* dalam penelitian ini dapat menggunakan metode pemanasan yang akan menggunakan larutan asam sebagai bahan ekstraksi dari silika *fly ash* dan menggunakan variasi waktu perendaman.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka didapat rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini mengenai proses ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode pemanasan dengan variasi waktu perendaman yaitu, bagaimana pengaruh waktu perendaman dengan metode pemanasan menggunakan proses ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash*.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain untuk mengetahui proses ekstraksi silika *fly ash* menggunakan metode pemanasan dengan variasi waktu perendaman.

1.4 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini terdapat ruang lingkup sebagai berikut:

1. *Fly ash* yang digunakan sebanyak 40 gram yang lolos saringan 200 mesh.
2. Larutan HCl 1M sebanyak 100 ml dan HCl 0,5M sebanyak 200 ml.
3. Larutan NaOH 3M sebanyak 150 ml.
4. Akuades atau air suling yang telah mengalami proses pemurnian.
5. Oven dan *hotplate* sebagai alat pemanas yang digunakan dalam penelitian.
6. Waktu perendaman pada *fly ash* dengan variasi waktu 3 jam, 4 jam, dan 5 jam.

7. Analisis mikrostruktur dengan pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

1.5 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode mengenai pengumpulan data dalam Tugas Akhir proses ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode pemanasan dengan variasi temperatur perendaman 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. 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 proses ekstraksi nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode pemanasan dengan variasi temperatur perendaman 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 temperatur perendaman.

BAB 3 METODOLOGI 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 temperatur perendaman.

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 temperatur perendaman.

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian Tugas Akhir untuk dipergunakan kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Fu, X., Li, Q., Zhai, J., Sheng, G. and Li, F., 2008. The physical–chemical characterization of mechanically-treated CFBC fly ash. *Cement and Concrete Composites*, 30(3), pp.220-226.
- 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).
- Ugurlu, A., 2004. Leaching characteristics of fly ash. *Environmental geology*, 46, pp.890-895.
- Purnamasari, A.A. and Wardhono, A., 2018. Pengaruh Variasi NaOH Terhadap Na₂SiO₃ Terhadap Kuat Tekan Dry Geopolymer Mortar Metode Dry Mixing Pada Kondisi Rasio Abu Terbang Terhadap Aktivator 3: 1. *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya*, pp.1-7.
- Ahmaruzzaman, M., 2010. A Review on the utilization of fly ash. *Progress in Energy and Combustion Science*, 36(3), 327-363.
- Meng, T., Ying, K., Yang, X. and Hong, Y., 2021. Comparative study on mechanisms for improving mechanical properties and microstructure of cement paste modified by different types of nanomaterials. *Nanotechnology Reviews*, 10(1), pp.370-384.
- Ram, A.K. and Mohanty, S., 2022. State of the art review on physiochemical and engineering characteristics of fly ash and its applications. *International Journal of Coal Science & Technology*, 9(1), p.9.
- Zhang, L. and Webster, T.J., 2009. Nanotechnology and nanomaterials: promises for improved tissue regeneration. *Nano today*, 4(1), pp.66-80.
- McNeil, S.E., 2005. Nanotechnology for the biologist. *Journal of leukocyte biology*, 78(3), pp.585-594.
- Abid, N., Khan, A.M., Shujait, S., Chaudhary, K., Ikram, M., Imran, M., Haider, J., Khan, M., Khan, Q. and Maqbool, M., 2022. Synthesis of nanomaterials using various top-down and bottom-up approaches, influencing factors, advantages, and disadvantages: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 300, p.102597.
- Rao, N.V., Rajasekhar, M., Vijayalakshmi, K. and Vamshykrishna, M., 2015. The future of civil engineering with the influence and impact of nanotechnology on properties of materials. *Procedia Materials Science*, 10, pp.111-115.

- Ramme, B. W., & Tharaniyil, M. P., 2004. Coal combustion products utilization handbook. *The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*.
- Aljenbaz, Ahmad Zeyad., Cagnan, Cigdem., 2020. Evaluation of Nanomaterials for Building Production within the Context of Sustainability. *European Journal of Sustainable Development*, 53-65.
- Azwanida, N. N., 2015. A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Med aromat plants*, 4(196), 2167-0412.
- Joseph, I.G., Dale, E., Joseph, R.M., Nicholas, W.M., John, H.J.S. and David, C.J., 2018. Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis.
- Zahara, Y., 2016. Pengaruh waktu milling terhadap ukuran butir quartz dari Nagari Saruaso Kabupaten Tanah Datar. *Pillar Of Physics*, 8(2).
- Rosario, J.D., Ranjithkumar, R., Vidhya, B., Swaminathan, R., Ayyasamy, S. and Nandhakumar, R., 2022. Influence of particle size reduction in ball milled rutile TiO₂ on the properties of PVDF-HFP/TiO₂ nanocomposite films as dielectric layers for electro adhesive load bearing applications. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 33(34), pp.25976-25990.
- Aman., & Utama, P.S., 2013. Pengaruh Suhu dan Waktu pada Ekstraksi Silika dari Abu Terbang (*Fly ash*) Batubara.
- Al-Saffar, F.Y., Wong, L.S. and Paul, S.C., 2023. An elucidative review of the nanomaterial effect on the durability and calcium-silicate-hydrate (CSH) gel development of concrete. *Gels*, 9(8), p.613.
- Nasir, M., 2017. Pengaruh Waktu High Energy Milling Terhadap Karakteristik Nanokaolin Capkala Asal Kalimantan Barat. *EKSAKTA: Berkala Ilmiah Bidang MIPA*, 18(02), pp.200-209.
- Putra, E.A.P., Makmur, A. and Malau, A., 2022. Pengaruh Waktu Dan Konsentrasi Naoh Pada Ekstraksi Silika (SiO₂) Dari Limbah *Fly ash* Batubara. *Jurnal Teknologi Kimia Mineral*, 1(2), pp.56-59.
- Simanjuntak, B. A., & Purwaningsih, H. (2012). Pengaruh Kecepatan Milling Terhadap Perubahan Struktur Mikro Komposit Mg/Al₃Ti. *Jurnal Teknik ITS*.
- Maagi, M.T. and 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, p.120393.
- Paktiawal, A. and Alam, M., 2020, December. Nano-Silica and its Role on Performance of Cement Concrete-A Review of Experimental Investigation. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 614, No. 1, p. 012085). IOP Publishing.
- Haruehansapong, S., Pulngern, T. and Chucheepsakul, S., 2014. Effect of the particle size of nanosilica on the compressive strength and the optimum replacement content of cement mortar containing nano-SiO₂. *Construction and Building Materials*, 50, pp.471-477.

- Sanchez, F. and Sobolev, K., 2010. Nanotechnology in concrete—a review. *Construction and building materials*, 24(11), pp.2060-2071.
- Dai, J. and Mumper, R.J., 2010. Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*, 15(10), pp.7313-7352.
- Callister, W.D. and Rethwisch, D.G., 2015. Imperfections in solids. *Materials science and engineering. Asia: John Wiley & Sons*, pp.143-179.
- Potts, P.J., 2003. X-Ray Fluorescence Analysis. *Soil and Environmental Analysis: Modern Instrumental Techniques*, p.283.
- Dian, A. and Joko, K., 2007. Comparison of Composition Analysis of AlMgSi1 Alloys by Using X Ray Fluorescence (XRF) and Spectroscopy Emission Technique.
- Revenko, A.G. and Pashkova, G.V., 2023. X-Ray Fluorescence Spectrometry: Current Status and Prospects of Development. *Journal of Analytical Chemistry*, 78(11), pp.1452-1468.
- Nogueira, G.S.F., Schwantes, N. and Barreto, G., 2016. Incorporation of micro and nanoparticles of silica in cementitious composites. *IOSR Journal of Engineering*, p.2278-8719.
- Rêgo, J.H.S., Nepomuceno, A.A., Figueiredo, E.P. and Hasparyk, N.P., 2015. Microstructure of cement pastes with residual rice husk ash of low amorphous silica content. *Construction and Building Materials*, 80, pp.56-68.
- Kutchko, B.G. and Kim, A.G., 2006. Fly ash characterization by SEM–EDS. *Fuel*, 85(17-18), pp.2537-2544.
- Patrick Ehi Imoisili. and Tien-Chien Jen., 2024. Materials Today: Proceedings 105 (2024) 21–26.
- Guo, W., Xia, B. and Peng, J., 2024. Multiscale Dynamic Diffusion Model for Ions in Micro-and Nano-Porous Structures of Fly ash: Mineralization Experimental Research. *Applied Sciences*, 14(13), p.5414.
- Irawan, R.R., 2017. KAJIAN SIFAT KIMIA, FISIKA DAN MEKANIKA SEMEN PORTLAND DI INDONESIA. *Jurnal Jalan Jembatan*, 34(2).