

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN
DASAR *FLY ASH* MENGGUNAKAN METODE
PRESIPITASI DENGAN VARIASI WAKTU
PENGERINGAN**

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



MULIA ADINATA
03011282126064

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mulia Adinata

NIM : 03011282126064

Judul : Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash* Menggunakan Metode Presipitasi 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.



Palembang, Januari 2025



Mulia Adinata

NIM. 03011282126064

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN
DASAR *FLY ASH* MENGGUNAKAN METODE
PRESIPITASI DENGAN VARIASI WAKTU
PENGERINGAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelas Sarjana Teknik

Oleh:

MULIA ADINATA

03011282126064

Palembang, Januari 2025

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



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

NIP. 197610312002122001

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



HALAMAN PERSETUJUAN


Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “ Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash* Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Waktu Pengeringan ” yang disusun oleh Mulia Adinata, NIM. 03011282126064 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 9 Januari 2025.

Palembang, 9 Januari 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir:

Ketua:

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

()


Anggota:

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

()

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 : Mulia Adinata

NIM : 03011282126064

Judul : Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash* Menggunakan Metode Presipitasi 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, Januari 2025



Mulia Adinata
NIM. 03011282126064

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Mulia Adinata
Jenis Kelamin : Laki-laki
Status : Belum menikah
Agama : Islam
Warga negara : Indonesia
Nomor HP : 082176721814
E-mail : mulianata18@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SDN 179 PALEMBANG	-	-	SD	2009 - 2015
SMPN 9 PALEMBANG	-	-	SMP	2015 - 2018
SMAN 6 PALEMBANG	-	IPA	SMA	2018 - 2021
UNIVERSITAS SRIWIJAYA	Teknik	Teknik Sipil	SI	2021 - 2025

Riwayat Organisasi:

Nama Organisasi	Jabatan	Periode
IKATAN MAHASISWA SIPIL	Anggota	2022 - 2024

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Mulia Adinata
NIM. 03011282126064

RINGKASAN

ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR *FLY ASH* MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DENGAN VARIASI WAKTU PENGERINGAN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, 9 Januari 2025

Mulia Adinata; Dibimbing oleh Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xix + 71 halaman, 75 gambar, 11 tabel

Nanosilika adalah silika berukuran nano antara 1-100 nm yang berfungsi meningkatkan kuat tekan beton. Material ini dapat dihasilkan melalui sintesis dari limbah *fly ash*. Penelitian ini menggunakan bahan berupa *fly ash*, larutan H₂SO₄, NaOH, dan air suling yang disintesis menggunakan metode presipitasi. Variasi waktu pengeringan yang diterapkan adalah 1, 2, 3, dan 4 jam. Pengujian mikrostruktur dilakukan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Hasil XRD menunjukkan bahwa waktu pengeringan yang lebih lama meningkatkan ukuran partikel dan persentase amorf. Berdasarkan pengujian XRF dan SEM, waktu pengeringan yang terlalu singkat atau terlalu lama dapat menurunkan kadar silika. Waktu pengeringan optimal ditemukan pada 2 jam yang menghasilkan kemurnian silika ±74,39%, ukuran kristal 20,20 nm, kristalin 6,97%, dan amorf 93,03%.

Kata kunci: Nanosilika, *Fly Ash*, Metode Presipitasi, XRD, XRF, SEM

SUMMARY

ANALYSIS OF SYNTHESIS NANOSILICA BASED ON FLY ASH USING PRECIPITATION METHOD WITH VARIATION OF DRYING TIME

Scientific papers in form of Final Projects, January 9th, 2025

Mulia Adinata; Guide by Advisor Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xix + 71 pages, 75 images, 11 tables

Nanosilica is a type of silica with a particle size ranging from 1 to 100 nm, which serves to enhance the compressive strength of concrete. It can be synthesized from fly ash waste. This study utilized fly ash, H₂SO₄ solution, NaOH, and distilled water, synthesized using the precipitation method. Drying times of 1, 2, 3, and 4 hours were applied as variables. Microstructural analysis was conducted using X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscopy (SEM). The XRD results revealed that longer drying times increased particle size and the amorphous percentage. Based on XRF and SEM analyses, excessively short or long drying times reduced silica content. The optimal drying time was found to be 2 hours, producing silica with a purity of ±74.39%, a crystal size of 20.20 nm, 6.97% crystallinity, and 93.03% amorphous content.

Keywords: *Nanosilica, Fly Ash, Precipitation Method, XRD, XRF, SEM*

ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR FLY ASH MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DENGAN VARIASI WAKTU PENDINGERAN

Mulia Adinata¹⁾, Saloma²⁾

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

E-mail: mulianata18@gmail.com

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

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

Abstrak

Nanosilika adalah silika berukuran nano antara 1-100 nm yang berfungsi meningkatkan kuat tekan beton. Material ini dapat dihasilkan melalui sintesis dari limbah *fly ash*. Penelitian ini menggunakan bahan berupa *fly ash*, larutan H₂SO₄, NaOH, dan air suling yang disintesis menggunakan metode presipitasi. Variasi waktu pengeringan yang diterapkan adalah 1, 2, 3, dan 4 jam. Pengujian mikrostruktur dilakukan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), *X-Ray Fluorescence* (XRF), dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Hasil XRD menunjukkan bahwa waktu pengeringan yang lebih lama meningkatkan ukuran partikel dan persentase amorf. Berdasarkan pengujian XRF dan SEM, waktu pengeringan yang terlalu singkat atau terlalu lama dapat menurunkan kadar silika. Waktu pengeringan optimal ditemukan pada 2 jam yang menghasilkan kemurnian silika ±74,39%, ukuran kristal 20,20 nm, kristalin 6,97%, dan amorf 93,03%.

Kata kunci: Nanosilika, *Fly Ash*, Metode Presipitasi, XRF, XRD, SEM

Palembang, Januari 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing



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

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



ANALYSIS OF SYNTHESIS NANOSILICA BASED ON FLY ASH USING PRECIPITATION METHOD WITH VARIATION OF DRYING TIME

Mulia Adinata¹⁾, Saloma²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: mulianata18@gmail.com

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: saloma@ft.unsri.ac.id

Abstract

Nanosilica is a type of silica with a particle size ranging from 1 to 100 nm, which serves to enhance the compressive strength of concrete. It can be synthesized from fly ash waste. This study utilized fly ash, H₂SO₄ solution, NaOH, and distilled water, synthesized using the precipitation method. Drying times of 1, 2, 3, and 4 hours were applied as variables. Microstructural analysis was conducted using X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscopy (SEM). The XRD results revealed that longer drying times increased particle size and the amorphous percentage. Based on XRF and SEM analyses, excessively short or long drying times reduced silica content. The optimal drying time was found to be 2 hours, producing silica with a purity of $\pm 74.39\%$, a crystal size of 20.20 nm, 6.97% crystallinity, and 93.03% amorphous content.

Keywords: Nanosilica, Fly Ash, Precipitation Method, XRD, XRF, SEM

**Palembang, Januari 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing**



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



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “ Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash* Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Waktu Pengeringan”. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian tugas akhir ini, yaitu :

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., 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., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya dan Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T. yang telah membantu membimbing dan mengarahkan untuk menyelesaikan tugas akhir.
5. Ibu Dr. Ir. Ratna Dewi S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya dan Dosen Pembimbing Akademik yang selalu memberikan arahan.
6. Dosen-dosen serta staf jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
7. Papa Ibrahim, Mama Hertati, Ayuk Indah, Kakak Ivan dan Kakak Hendry, serta Keluarga besar yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
8. Terima kasih kepada NIM. 03011182126004 yang telah menjadi supporter utama, menjadi pendengar yang baik, teman diskusi, dan inspirasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Terima kasih untuk Keluarga Besar Wisma Oza yang telah memberikan dukungan untuk menyelesaikan tugas akhir.
10. Terima kasih untuk teman teman Himatotq yang telah membantu dari awal perkuliahan hingga menyelesaikan tugas akhir.

11. Terima kasih untuk Keluarga Besar CIVILIANS yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
12. Terima kasih untuk teman seperjuangan tugas akhir, Fakri, Egan, Alvin, Gafar, Ricky, Iqbal, Endi yang telah berjuang bersama-sama dalam menyelesaikan tugas akhir.
13. Terima kasih kepada seluruh teman-teman angkatan 2021 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu terima kasih telah memberi semangat dan dukungan selama masa perkuliahan.

Dalam menyusun 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, Januari 2025



Mulia Adinata

DAFTAR ISI

PERNYATAAN INTEGRITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
RINGKASAN	vii
<i>SUMMARY</i>	viii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Ruang Lingkup.....	3
1.5. Metode Pengumpulan Data	3
1.6. Rencana Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Beton	6
2.2. Nanoteknologi	6
2.2.1. Kelebihan Nanoteknologi.....	7
2.2.2. Kekurangan Nanoteknologi.....	9
2.3. Nanosilika.....	10
2.3.1. Karakteristik Nanosilika	10
2.3.2. Kelebihan dan Kekurangan Nanosilika	11
2.4. Proses Sintesis Nanosilika.....	12
2.4.1. Metode Presipitasi	11

2.4.2. Metode Sol-Gel	13
2.4.2. Metode Hidrotermal	13
2.5. <i>Fly Ash</i>	13
2.6. Waktu Pengeringan	14
2.7. Pengujian Mikrostruktur	16
2.7.1. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	16
2.7.2. <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	17
2.7.3. <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	18
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1. Studi Literatur	20
3.2. Alur Penelitian.....	20
3.3. Material	22
3.3.1. <i>Fly ash</i>	22
3.3.2. Larutan Asam Sulfat (H ₂ SO ₄)	22
3.3.3. Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)	23
3.3.4. Air Suling	23
3.4. Peralatan	23
3.4.1. Timbangan	24
3.4.2. Saringan 200 mesh	24
3.4.3. <i>Beaker Glass</i>	24
3.4.4. Erlenmeyer	25
3.4.5. Corong Kaca	25
3.4.6. Gelas Ukur.....	26
3.4.7. Kertas Saring	26
3.4.8. Spatula	27
3.4.9. Batang pengaduk	27
3.4.10. PH Meter.....	28
3.4.11. Cawan Porselen.....	28
3.4.12. Cawan Petri.....	29
3.4.13. <i>Hot Plate</i>	29
3.4.14. Oven.....	30
3.4.15. Sarung Tangan	30

3.4.16. Alat Pengujian Titration	31
3.4.17. Alat Pengujian Refluks	31
3.4.18. Mortar dan Alu.....	32
3.4.19. Alat Pengujian <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	32
3.4.20. Alat Pengujian <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	33
3.4.21. Alat pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	33
3.5. Prosedur Penelitian.....	34
3.5.1. Tahap 1	34
3.5.2. Tahap 2	34
3.5.3. Tahap 3	35
3.5.4. Tahap 4	39
3.5.5. Tahap 5	39
3.5.6. Tahap 6	45
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	46
4.1. Pengujian Mikrostruktur	46
4.1.1. <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	46
4.1.2. <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	49
4.1.3. <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF)	63
BAB 5 PENUTUP	65
5.1. Kesimpulan.....	68
5.2. Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pengaruh waktu pengeringan terhadap ukuran partikel nanosilika (Qisti dkk., 2017)	15
Gambar 2.2. Contoh hasil uji SEM (Vashistha dkk., 2019).....	17
Gambar 2.3. Contoh hasil uji XRF (Desianti dkk., 2018)	18
Gambar 2.4. Contoh hasil uji XRD (Novita dkk., 2023)	19
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	21
Gambar 3.2. <i>Fly ash</i>	22
Gambar 3.3. Asam sulfat (H ₂ SO ₄)	22
Gambar 3.4. Natrium hidroksida (NaOH).....	23
Gambar 3.5. Air suling.....	23
Gambar 3.6. Timbangan.....	24
Gambar 3.7. Saringan 200 mesh	24
Gambar 3.8. <i>Beaker glass</i>	25
Gambar 3.9. Erlenmeyer	25
Gambar 3.10. Corong kaca	26
Gambar 3.11. Gelas ukur	26
Gambar 3.12. Kertas saring.....	27
Gambar 3.13. Spatula	27
Gambar 3.14. Batang pengaduk.....	28
Gambar 3.15. PH meter.....	28
Gambar 3.16. Cawan porselen	29
Gambar 3.17. Cawan petri	29
Gambar 3.18. Hot plate	30
Gambar 3.19. Oven	30
Gambar 3.20. Sarung tangan.....	31
Gambar 3.21. Alat uji titrasi.....	31
Gambar 3.22. Alat uji refluks.....	32
Gambar 3.23. Mortar dan alu	32
Gambar 3.24. Alat uji XRD	33
Gambar 3.25. Alat uji XRF	33

Gambar 3.26. Alat uji SEM	34
Gambar 3.27. Penyaringan limbah <i>fly ash</i>	35
Gambar 3.28. Perendaman <i>fly ash</i> menggunakan larutan 1 N H ₂ SO ₄	35
Gambar 3.29. Penyaringan <i>fly ash</i> dari larutan 1 N H ₂ SO ₄	36
Gambar 3.30. Pencucian <i>fly ash</i> dari kandungan asam 1 N H ₂ SO ₄	36
Gambar 3.31. Pengeringan <i>fly ash</i> dengan variasi waktu 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam.....	36
Gambar 3.32. Proses refluks	37
Gambar 3.33. Pemisahan larutan natrium silikat	37
Gambar 3.34. Proses titrasi	38
Gambar 3.35. Proses Pencucian gel silika	38
Gambar 3.36. Pengeringan akhir sampel	38
Gambar 3.37. Penghalusan sampel	39
Gambar 3.38. Membuka <i>New Project</i> pada aplikasi origin	40
Gambar 3.39. Memasukan data dari excel ke aplikasi origin	41
Gambar 3.40. Membuat grafik dengan <i>Plot Stacked Lines Y by Offset</i>	41
Gambar 3.41. Memulai analisis pada aplikasi origin.....	42
Gambar 3.42. Klik <i>Peaks Info</i>	42
Gambar 3.43. Mencari nilai maksimum dari intensitas pada excel XRD	43
Gambar 3.44. Memasukan nilai 2-theta pada aplikasi origin.....	43
Gambar 3.45. Mencari luas area puncak	44
Gambar 3.46. Mencari luas area total	44
Gambar 3.47. Grafik luas area total	45
Gambar 4.1. Hasil pengujian SEM variasi waktu pengeringan 1 jam	46
Gambar 4.2. Hasil pengujian SEM variasi waktu pengeringan 2 jam	47
Gambar 4.3. Hasil pengujian SEM variasi waktu pengeringan 3 jam	47
Gambar 4.4. Hasil pengujian SEM variasi waktu pengeringan 4 jam	48
Gambar 4.5. Keberadaan senyawa pada waktu pengeringan 1 jam.....	49
Gambar 4.6. Keberadaan senyawa pada waktu pengeringan 2 jam.....	50
Gambar 4.7. Keberadaan senyawa pada waktu pengeringan 3 jam.....	50
Gambar 4.8. Keberadaan senyawa pada waktu pengeringan 4 jam.....	51
Gambar 4.9. Hasil XRD variasi waktu pengeringan 1 jam.....	52

Gambar 4.10. Hasil XRD variasi waktu pengeringan 2 jam.....	52
Gambar 4.11. Hasil XRD variasi waktu pengeringan 3 jam.....	53
Gambar 4.12. Hasil XRD variasi waktu pengeringan 4 jam.....	53
Gambar 4.13. Hasil perhitungan luas area titik puncak variasi pengeringan 1 jam	54
Gambar 4.14. Grafik luas area titik puncak dengan variasi pengeringan 1 jam ...	55
Gambar 4.15. Hasil perhitungan luas area total dengan variasi pengeringan 1 jam	55
Gambar 4.16. Hasil perhitungan luas area titik puncak variasi pengeringan 2 jam	56
Gambar 4.17. Grafik luas area titik puncak dengan variasi pengeringan 2 jam ...	56
Gambar 4.18. Hasil perhitungan luas area total dengan variasi pengeringan 2 jam	57
Gambar 4.19. Hasil perhitungan luas area titik puncak variasi pengeringan 3 jam	57
Gambar 4.20. Grafik luas area titik puncak dengan variasi pengeringan 3 jam ...	58
Gambar 4.21. Hasil perhitungan luas area total dengan variasi pengeringan 3 jam	58
Gambar 4.22. Hasil perhitungan luas area titik puncak variasi pengeringan 4 jam	59
Gambar 4.23. Grafik luas area titik puncak dengan variasi pengeringan 4 jam ...	59
Gambar 4.24. Hasil perhitungan luas area total dengan variasi pengeringan 4 jam	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Hasil uji kuat tekan beton dengan campuran nanosilika.....	6
Tabel 2.2. Komponen senyawa <i>fly ash</i>	12
Tabel 4.1. Hasil perhitungan ukuran kristal variasi waktu pengeringan 1 jam.....	61
Tabel 4.2. Hasil perhitungan ukuran kristal variasi waktu pengeringan 2 jam.....	61
Tabel 4.3. Hasil perhitungan ukuran kristal variasi waktu pengeringan 3 jam.....	61
Tabel 4.4. Hasil perhitungan ukuran kristal variasi waktu pengeringan 4 jam.....	62
Tabel 4.5. Perbandingan hasil kristalin, amorf dan ukuran kristal	62
Tabel 4.6. Hasil pengujian xrf variasi waktu pengeringan 1 jam.....	64
Tabel 4.7. Hasil pengujian xrf variasi waktu pengeringan 2 jam.....	64
Tabel 4.8. Hasil pengujian xrf variasi waktu pengeringan 3 jam.....	65
Tabel 4.9. Hasil pengujian xrf variasi waktu pengeringan 4 jam.....	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan infrastruktur yang kokoh dan efisien terus meningkat di era modern. Perkembangan konstruksi mendorong inovasi teknologi dan material untuk menciptakan bangunan yang aman, fungsional, dan ramah lingkungan.

Beton adalah material utama dalam dunia konstruksi karena kekuatan dan daya tahannya. Namun, peningkatan kualitas beton masih menjadi fokus penelitian. Salah satu inovasi yang menjanjikan adalah nanosilika. Material ini mampu memperbaiki struktur internal beton dan meningkatkan kekuatan mekanis serta densitasnya. Dengan sifat-sifat tersebut, nanosilika menjadi solusi potensial untuk pembangunan infrastruktur modern yang berkelanjutan.

Mengenai penggunaan beton sebagai bahan utama konstruksi saat ini, beton terus menghadapi berbagai tantangan yang memerlukan perhatian khusus. Salah satu tantangan utama adalah dampak lingkungan dari produksi semen yang merupakan komponen utama beton. Produksi semen ini yang berkontribusi signifikan terhadap emisi karbon dioksida global. Pemanfaatan material alternatif seperti nanosilika menjadi salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan ini, namun penerapannya masih belum merata. Mengatasi tantangan ini memerlukan kolaborasi antara industri, peneliti, dan pembuat kebijakan untuk menciptakan solusi yang berkelanjutan dan ekonomis, memastikan beton tetap menjadi bahan utama dalam konstruksi yang berkelanjutan dan inovatif di masa depan.

Nanosilika adalah material dengan ukuran partikel kurang dari 100 nanometer yang memiliki luas permukaan sangat besar. Karakteristik ini membuatnya banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri, termasuk sebagai penguat pada komposit, katalis, dan aditif dalam bahan konstruksi. Partikel nanosilika yang sangat halus berperan sebagai pengisi mikro dalam struktur beton, yang secara substansial mengurangi porositas dan meningkatkan densitas material. Akibatnya, penggunaan nanosilika secara signifikan meningkatkan kekuatan tekan dan ketahanan beton terhadap retak serta degradasi akibat faktor lingkungan, seperti serangan sulfat dan karbonasi. Selain itu, nanosilika mempercepat proses hidrasi

semen, yang berkontribusi pada pencapaian kekuatan awal beton yang lebih tinggi. Salah satu sumber potensial untuk produksi nanosilika adalah *fly ash*.

Fly ash merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara, yang diproduksi dalam jumlah besar oleh pembangkit listrik tenaga uap serta berbagai industri lainnya. Produksi *fly ash* mencapai jutaan ton setiap tahun dan sebagian besar dari limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal sehingga menimbulkan masalah lingkungan yang serius. Pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan baku dalam sintesis nanosilika menawarkan solusi yang menjanjikan untuk mengurangi dampak lingkungan sekaligus menghasilkan produk bernilai tinggi.

Proses sintesis nanosilika dari *fly ash* melibatkan beberapa tahap utama, yaitu pre-treatment *fly ash* untuk menghilangkan impuritas, ekstraksi silica melalui metode kimia atau fisik, dan akhirnya pengurangan ukuran partikel hingga mencapai skala nano. Beberapa metode yang sering digunakan dalam proses sintesis ini meliputi metode sol-gel, presipitasi, dan hidrotermal. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan yang mempengaruhi efisiensi dan kualitas produk akhir. Metode presipitasi merupakan salah satu pendekatan yang sering digunakan. Metode presipitasi adalah teknik yang melibatkan reaksi kimia antara larutan *fly ash* yang telah diolah dengan bahan pengendap untuk menghasilkan nanosilika. Proses ini memiliki keuntungan dalam hal kemudahan pengendalian parameter proses dan kemampuan untuk menghasilkan produk dengan kemurnian tinggi.

Dengan meningkatnya perhatian terhadap keberlanjutan dalam industri konstruksi, penggunaan nanosilika berbahan dasar *fly ash* menawarkan solusi yang potensial untuk meningkatkan kualitas beton sekaligus mengurangi dampak lingkungan. Partikel nanosilika yang sangat halus mampu mengisi celah di antara partikel semen, sehingga meningkatkan densitas beton dan mengurangi porositasnya. Hal ini pada akhirnya meningkatkan kekuatan serta ketahanan struktur beton. Selain itu, penambahan nanosilika juga memperkuat ikatan antara semen dan agregat, yang berperan dalam meningkatkan kinerja beton untuk penggunaan jangka panjang. Pemanfaatan *fly ash* sebagai bahan baku nanosilika tidak hanya memberikan nilai tambah bagi limbah industri, tetapi juga mengurangi biaya produksi beton.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini berfokus pada bagaimana pengaruh variasi waktu pengeringan terhadap karakteristik nanosilika yang disintesis dari *fly ash* menggunakan metode presipitasi, serta menganalisis bagaimana karakteristik tersebut berkontribusi dalam meningkatkan kinerja dan mutu beton saat digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa efektif metode presipitasi untuk menghasilkan nanosilika dari *fly ash* dan untuk mengetahui bagaimana variasi waktu pengeringan berdampak pada karakteristik nanosilika yang dihasilkan, serta mengkaji kontribusi karakteristik nanosilika dalam meningkatkan mutu dan kinerja beton.

1.4. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Limbah *fly ash* yang lolos saringan 200 mesh sebanyak 50 gr
2. Larutan 1 N H₂SO₄ 150 ml dan 6 N H₂SO₄ 25 ml
3. Oven untuk pengeringan
4. Larutan 2 N NaOH 150 ml
5. Alat uji refluks
6. Alat uji titrasi
7. Metode presipitasi untuk menghasilkan nanosilika
8. Variasi waktu pengeringan yang digunakan (1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam)
9. Analisis mikrostruktur dengan pengujian *Scanning Electron Microscope* (SEM), *X-ray Fluorescence* (XRF), dan *X-ray diffraction* (XRD).

1.5. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dari tugas akhir mengenai analisis sintesis nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode presipitasi dengan variasi waktu pengeringan menggunakan dua metode, yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer diperoleh melalui diskusi dan bimbingan langsung dengan dosen pembimbing, serta melalui serangkaian pengujian yang dilakukan di laboratorium.

2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh melalui sumber-sumber tidak langsung dari subjek penelitian, seperti informasi yang dihimpun dari berbagai referensi, termasuk literatur yang dapat diakses secara online. Studi pustaka ini digunakan untuk memperkuat pembahasan dalam penelitian.

1.6. Rencana Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir mengenai analisis sintesis nanosilika berbasis dasar *fly ash* menggunakan metode presipitasi dengan variasi waktu pengeringan direncanakan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang tugas akhir, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan ruang lingkup, teknik pengumpulan data, serta prosedur penulisan yang diterapkan selama penyusunan tugas akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mencakup tinjauan literatur yang dijadikan dasar teori dalam tugas akhir, serta memberikan penjelasan mengenai definisi dan konsep pembuatan nanosilika berbasis dasar *fly ash* menggunakan metode presipitasi dengan variasi waktu pengeringan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas bahan dan peralatan uji yang digunakan dalam penelitian tugas akhir, serta langkah-langkah yang diperlukan untuk melaksanakan penelitian. Proses yang dijelaskan meliputi penerapan teknik presipitasi dan variasi waktu pengeringan untuk menghasilkan sintesis nanosilika dari *fly ash*.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil data dan analisis yang diperoleh dari percobaan laboratorium mengenai sintesis nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode presipitasi dengan variasi waktu pengeringan.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang diambil dari hasil penelitian, serta saran yang diberikan untuk pengembangan lebih lanjut berdasarkan temuan-temuan dalam tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Andarini, N., Haryati, T., Yulianti, R., & Kimia, J. (2018). *Pemurnian Silikon (Si) Hasil Reduksi Silika dari Fly Ash Batubara (Purification of Silicon from Silica Reduction Product of Coal Fly Ash)*.
- Azzahra, A. N., Yusefin, E. S., Salima, G., Mudita, M. M. W. M., Febriani, N. A., & Nandiyanto, A. B. D. (2020). Original Paper Review: Synthesis of Nanosilika Materials from Various Sources Using Various Methods Keywords. In *J. Appl. Sci. Envir. Stud* (Vol. 3, Issue 4). <http://revues.imist.ma/index.php?journal=jases>
- Bazzi, L., Hesemann, P., Laassiri, S., Hankari, S. El, Bazzi, L., Hesemann, P., Laassiri, S., & Hankari, E. L. (2023). *Alternative approaches for the synthesis of nano silica particles and their hybrid composites: synthesis, properties, and applications Alternative approaches for the synthesis of nano silica particles and their hybrid composites: Synthesis, properties, and application*. <https://doi.org/10.1007/s13762-023-04845-5>
- Desianti, I., Sri Zelviani Jurusan Fisika, dan, Sains dan Teknologi, F., & Alauddin Makassar, U. (2018). *Karakterisasi Nanosilika Dari Abu Terbang (Fly Ash) Pt. Bosowa Energi Jeneponto Dengan Menggunakan Metode Ultrasonic* (Vol. 5, Issue 2).
- Duxson, P., Mallicoat, S. H., & van Deventer, J. S. J. (2007). Geopolymer technology: The current state of the art. *Journal of Materials Science*, 42(9), 2917-2933. <https://doi.org/10.1007/s10853-006-0637-z>
- Hanum, F. F., Rahayu, A., Sutopo, U. M., & Mufrodi, Z. (2020). Coal Fly ash Characterization from Cement Industry “X” as an Initial Study in Its Utilization. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*, 7(1), 57. <https://doi.org/10.26555/chemica.v7i1.16715>
- Hariadi, D., Primary, N., Si, P. M., Rohmawati, L., & Si, M. (2015). Karakterisasi Sifat Mekanik Beton Polimer Dengan Filler Nanosilika Dan Nanokalsit. In *Jurnal Fisika* (Vol. 04).
- Hariawan, J. B. (2007). Pengaruh perbedaan karakteristik type semen ordinary portland cement (OPC) dan portland composite cement (PCC) terhadap kuat tekan mortar. Universitas Gunadarma.
- Hastuti, E. D. (2020). Pengaruh variasi suhu sintesis terhadap intensitas difraksi pada material ZSM-5 mesopori. *Jurnal Indonesian Journal of Chemical Analysis*, 3(2), 123-130. Retrieved from <https://journal.uui.ac.id/IJCA/article/download/15798/pdf/89505>
- Imoisili, P. E., Nwanna, E. C., & Jen, T. C. (2022). Facile Preparation and Characterization of Silika Nanoparticles from South Africa Fly ash Using a Sol–Gel Hydrothermal Method. *Processes*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/pr10112440>
- Indrasti, N. S., Ismayana, A., Maddu, A., & Utomo, S. S. (2015). Sintesis dan karakterisasi nanosilika dari abu fly ash menggunakan metode presipitasi. *Jurnal Teknologi dan Sains*, 15(1), 45-56.
- Jahan Tamanna, N., Sahadat Hossain, M., Mohammed Bahadur, N., & Ahmed, S. (2024). Green synthesis of Ag₂O & facile synthesis of ZnO and characterization using FTIR, bandgap energy & XRD (Scherrer equation,

- Williamson-Hall, size-train plot, Monshi- Scherrer model). *Results in Chemistry*, 7 (December 2023), 101313. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2024.101313>
- Laksono, A., Chandra, D., & Baniva, R. (2024). *Analisis Pengaruh Penggunaan Nano Silika Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Fc' 25 MPa*.
- Lidia, I., & Mursal, P. (2018). *Karakterisasi Xrd Dan Sem Pada Material Nanopartikel Serta Peran Material Nanopartikel Dalam Drug Delivery System*.
- Navarro-Pardo, F., Martínez-Barrera, G., Martínez-Hernández, A. L., Castaño, V. M., Rivera-Armenta, J. L., Medellín-Rodríguez, F., & Velasco-Santos, C. (2013). Effects on the thermo-mechanical and crystallinity properties of nylon 6,6 electrospun fibres reinforced with one dimensional (1D) and twodimensional (2D) carbon. *Materials*, 6(8), 3494–3513. <https://doi.org/10.3390/ma6083494>
- Novita, D., & Astuti, A. (2023). Sintesis dan Karakterisasi Sifat Optik Nanokomposit Fe3O4@CQD (Carbon Quantum Dots). *Jurnal Fisika Unand*, 12(2), 310–315. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.2.310-315.2023>
- Pan, Z., Tao, Z., Murphy, T., & Wuhrer, R. (2017). High temperature performance of mortars containing fine glass powders. *Journal of Cleaner Production*, 162, 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.003>
- Qisti, N., Indrasti, N. S., & Suprihatin. (2016). Optimization of process condition of nanosilika production by hydrothermal method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 162(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/162/1/012036>
- Rafieizonooz, M., Jay Kim, J. H., Kim, J. su, Jo, J. Bin, & Khankhaje, E. (2024). Microstructure, XRD, and strength performance of ultra-high-performance lightweight concrete containing artificial lightweight fine aggregate and silica fume. *Journal of Building Engineering*, 94(June), 109967. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2024.109967>
- Retno, N., Pusat, S., Jalan, L., Jembatan, D., Nasution, J. A. H., & 264 Ujungberung, N. (2016). Pengaruh Penambahan Nano Material Terhadap Sifat Mekanik Dan Durabilitas Beton (The Effect Of Nano Material Addition On Mechanical Properties And Durability Of Concrete). In *Jurnal Jalan-Jembatan* (Vol. 33, Issue 2).
- UIB Jurnal Penelitian Analisis Pengaruh Penggunaan Campuran Nano Silika Terhadap Kuat Tekan Beton Ringan, J., & Hudori, M. (2023). Journal of Civil Engineering and Planning Analysis of the Effect of Using Nano Silica Mixture on the Compressive Strength of Lightweight Concrete. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 4, 2746–6299. <https://doi.org/10.37253/jcep.v4i1.737>
- Vashistha, P., Singh, S. K., Dutt, D., & Kumar, V. (2019). Synthesis of nanosilika from fly ash and its utilization with lime sludge in concrete: an environmentally friendly and sustainable solution. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 21(9), 1841–1853. <https://doi.org/10.1007/s10098-019-01753-6>