

TUGAS AKHIR

ANALISIS HASIL SINTESIS BERBAHAN DASAR *FLY* *ASH* MENGGUNAKAN METODE HIDROTERMAL DENGAN VARIASI MOLARITAS HCL

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



ALIFAH PUSPANINGRUM

03011382126119

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alifah Puspaningrum

NIM : 03011382126119

Judul : Analisis Hasil Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash* Menggunakan Metode Hidrotermal dengan Variasi Molaritas HCL

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, Maret 2025



Alifah Puspaningrum

NIM. 03011382126119

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS HASIL SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR *FLY ASH* MENGGUNAKAN METODE HIDROTERMAL DENGAN VARIASI MOLARITAS HCL

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelas Sarjana Teknik

Oleh:

ALIFAH PUSPANINGRUM

03011382126119

Palembang, Maret 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 “Analisis Hasil Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash* Menggunakan Metode Hidrotermal dengan Variasi Molaritas” yang disusun oleh Alifah Puspaningrum, NIM. 03011382126119 telah dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 10 Maret 2025.

Palembang, 10 Maret 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir:

Ketua:

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

NIP. 198605192019031007

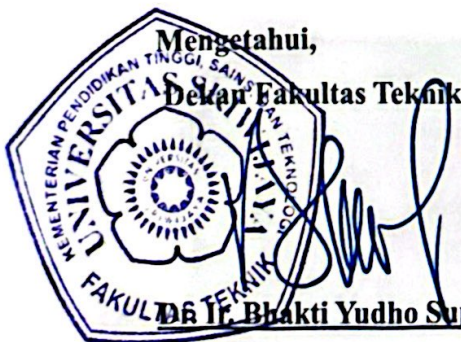
()

Anggota:

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

NIP. 197610312002122001

()



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

NIP. 197502112003121002



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

NIP. 197610312002122001

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Alifah Puspaningrum

NIM : 03011382126119

Judul : Analisis Hasil Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar *Fly Ash* Menggunakan Metode Hidrotermal dengan Variasi Molaritas HCL

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, Maret 2025



Alifah Puspaningrum
NIM. 03011382126119

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Alifah Puspaningrum
Jenis Kelamin : Perempuan
Status : Belum menikah
Agama : Islam
Warga negara : Indonesia
Nomor HP : 081230675911
E-mail : alifahpuspaningrum17@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD MUHAMMADIYAH 6 PALEMBANG	-	-	SD	2009 - 2015
SMP AL-AZHAR CAIRO PALEMBANG	-	-	SMP	2015 - 2018
SMAN 6 PALEMBANG	-	IPA	SMA	2018 - 2021
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2021- 2025

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Alifah Puspaningrum
NIM. 03011382126119

Universitas Sriwijaya

RINGKASAN

ANALISIS HASIL SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR *FLY ASH* MENGGUNAKAN METODE HIDROTERMAL DENGAN VARIASI MOLARITAS HCL

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir,

Alifah Puspaningrum; Dibimbing oleh Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xx + 73 halaman, 45 gambar, 10 tabel

Fly ash merupakan abu sisa hasil pembakaran batu bara. Silika pada *fly ash* dapat digunakan untuk meningkatkan kuat tekan beton. Nanosilika yang berkualitas dapat dihasilkan dengan proses sintesis dari limbah *fly ash*. Material yang digunakan pada penelitian ini berupa *fly ash*, larutan HCl, NaOH, aquadest, dan *kangen water*. Variasi molaritas HCl (1 M, 1,5 M, dan 2 M) diterapkan untuk menentukan kondisi optimal sintesis nanosilika. Karakterisasi material dilakukan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan *X-Ray Fluorescence* (XRF) guna mengevaluasi struktur kristal, morfologi, dan komposisi kimia nanosilika yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi HCl berpengaruh signifikan terhadap ukuran partikel dan kemurnian nanosilika. Dari hasil uji XRD dapat disimpulkan bahwa semakin kecil molaritas akan semakin kecil ukuran dan persentase amorf semakin besar. Dari hasil uji XRF dan SEM ditarik kesimpulan bahwa semakin kecil molaritas akan menghasilkan jumlah silika yang paling banyak. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa molaritas optimum pada proses sintesis adalah 1 M yang menghasilkan kemurnian silika $\pm 53,848\%$ serta ukuran kristal sebesar 52,68 nm dengan kristalin sebanyak 2,90% dan amorf sebanyak 97,23%.

Kata kunci: Nanosilika, *Fly Ash*, Sintesis, Metode Hidrotermal, Molaritas HCl, XRD, XRF, SEM

SUMMARY

ANALYSIS OF SYNTHESIS RESULTS OF NANOSILICA BASED ON FLY ASH USING HYDROTHERMAL METHOD WITH VARIATION OF HCL MOLARITY

Scientific papers in form of Final Projects,

Alifah Puspaningrum; Guide by Advisor Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xx + 73 pages, 45 images, 10 tables

Fly ash is the ash residue from coal combustion. The silica in fly ash can be used to improve the compressive strength of concrete. High-quality nanosilica can be produced through the synthesis process from fly ash waste. The materials used in this study include fly ash, HCl solution, NaOH, aquadest, and Kangen water. Variations in HCl molarity (1 M, 1.5 M, and 2 M) were applied to determine the optimal conditions for nanosilica synthesis. Material characterization was performed using X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscope (SEM), and X-Ray Fluorescence (XRF) to evaluate the crystal structure, morphology, and chemical composition of the produced nanosilica. The results showed that increasing the concentration of HCl significantly affects the particle size and purity of the nanosilica. From the XRD test results, it was concluded that lower molarity results in smaller particle sizes and a higher percentage of amorphous content. The XRF and SEM test results concluded that lower molarity produces the highest amount of silica. Based on the tests, the optimal molarity for the synthesis process was 1 M, which produced silica purity of approximately 53.848% and a crystal size of 52.68 nm, with 2.90% crystalline content and 97.23% amorphous content.

Keywords: *Nanosilica, Fly Ash, Synthesis, Hydrothermal Method, HCl Molarity, XRD, XRF, SEM*

ANALISIS HASIL SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR *FLY ASH* MENGGUNAKAN METODE HIDROTERMAL DENGAN VARIASI MOLARITAS HCL

Alifah Puspaningrum¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

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

E-mail: alifahpuspaningrum17@gmail.com

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

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

Abstrak

Fly ash merupakan abu sisa hasil pembakaran batu bara. Silika pada *fly ash* dapat digunakan untuk meningkatkan kuat tekan beton. Nanosilika yang berkualitas dapat dihasilkan dengan proses sintesis dari limbah *fly ash*. Material yang digunakan pada penelitian ini berupa *fly ash*, larutan HCl, NaOH, aquadest, dan *kangen water*. Variasi molaritas HCl (1 M, 1,5 M, dan 2 M) diterapkan untuk menentukan kondisi optimal sintesis nanosilika. Karakterisasi material dilakukan menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan *X-Ray Fluorescence* (XRF) guna mengevaluasi struktur kristal, morfologi, dan komposisi kimia nanosilika yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi HCl berpengaruh signifikan terhadap ukuran partikel dan kemurnian nanosilika. Dari hasil uji XRD dapat disimpulkan bahwa semakin kecil molaritas akan semakin kecil ukuran dan persentase amorf semakin besar. Dari hasil uji XRF dan SEM ditarik kesimpulan bahwa semakin kecil molaritas akan menghasilkan jumlah silika yang paling banyak. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa molaritas optimum pada proses sintesis adalah 1 M yang menghasilkan kemurnian silika $\pm 53,848\%$ serta ukuran kristal sebesar 52,68 nm dengan kristalin sebanyak 2,90% dan amorf sebanyak 97,23%.

Kata kunci: *Fly Ash*, Nanosilika, Sintesis, Metode Hidrotermal, Molaritas HCL, XRD, XRF, SEM

Palembang, Maret 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,



ANALYSIS OF SYNTHESIS RESULTS OF NANOSILICA BASED ON FLY ASH USING HYDROTHERMAL METHOD WITH VARIATION OF HCL MOLARITY

Alifah Puspaningrum¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

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

E-mail: alifahpuspaningrum17@gmail.com

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

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

Abstract

Fly ash is the ash residue from coal combustion. The silica in fly ash can be used to improve the compressive strength of concrete. High-quality nanosilica can be produced through the synthesis process from fly ash waste. The materials used in this study include fly ash, HCl solution, NaOH, aquadest, and Kagen water. Variations in HCl molarity (1 M, 1.5 M, and 2 M) were applied to determine the optimal conditions for nanosilica synthesis. Material characterization was performed using X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscope (SEM), and X-Ray Fluorescence (XRF) to evaluate the crystal structure, morphology, and chemical composition of the produced nanosilica. The results showed that increasing the concentration of HCl significantly affects the particle size and purity of the nanosilica. From the XRD test results, it was concluded that lower molarity results in smaller particle sizes and a higher percentage of amorphous content. The XRF and SEM test results concluded that lower molarity produces the highest amount of silica. Based on the tests, the optimal molarity for the synthesis process was 1 M, which produced silica purity of approximately 53.848% and a crystal size of 52.68 nm, with 2.90% crystalline content and 97.23% amorphous content.

Keywords: Nanosilica, Fly Ash, Synthesis, Hydrothermal Method, HCl Molarity, XRD, XRF, SEM

Palembang, Maret 2025
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing


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



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “**Analisis Hasil Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar Fly Ash Menggunakan Metode Hidrotermal Dengan Variasi Molaritas HCL**”. 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, 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., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
4. Ibu Dr. Ir. Ratna Dewi, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir
5. Bapak Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
6. Bapak Mirka Pataras, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan.
7. Orang tua dan keluarga, yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir.
8. Sahabat SMP, Zabrina, Aisyah, Rahfina, Adel, dan Rasya yang terus ada serta memberikan dukungan positif dari dahulu hingga sekarang kepada penulis.
9. Sahabat SMA, Aisyah, Rahfina, Raisa, Auliya, Ana, Taris, Naila, Aliya, Kinanti, Nadia, Dinda yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
10. Teman-teman tugas akhir, Naurah, Ismi, Zakiah, Alda, Tiara, Sabrina, Endi, Rana, Fakri, Ricky, Alvin, Egan, Iqbal, Ghafar, Ida, Adi, Wina, Dila, Dewi, dan Irsyad yang telah berjuang bersama dalam semester terakhir.

11. Bonbon dan Ndut selaku kucing saya yang telah menghibur penulis saat menyelesaikan 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, Maret 2025



Alifah Puspanigrum

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.5 Metode Pengumpulan Data.....	3
1.6 Rencana Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Nano Teknologi.....	5
2.1.1 Kelebihan Nano Teknologi dalam Material Konstruksi.....	5
2.1.2 Kekurangan Nano Teknologi dalam Material Konstruksi.....	6
2.1.3 Manfaat Nano Teknologi dalam Material Konstruksi.....	7
2.2 Proses sintesis.....	8
2.3 <i>Nanosilica</i>	9
2.4 <i>Fly Ash</i>	9
2.5 Metode Hidrotermal.....	11
2.6 Larutan Asam Klorida.....	12
2.7 <i>Ultrasonic Cleaner</i>	12
2.8 Pengujian Mikrostruktur.....	13
2.8.1 X-Ray Diffraction (XRD).....	13
2.8.2 Scanning Electron Microscope (SEM).....	14
2.8.3 X-Ray Fluorescence (XRF).....	14
2.9 Variasi Molaritas.....	15
2.10 Molaritas.....	17

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Studi Literatur	27
3.2 Alur Penelitian	27
3.3 Alat dan Bahan	28
3.3.1 Fly Ash	29
3.3.2 Larutan Asam Klorida (HCL)	29
3.3.3 Timbangan	29
3.3.4 Air Suling	30
3.3.5 Saringan	30
3.3.6 Wadah	31
3.3.7 Alat Ultrasonic Cleanser	31
3.3.8 Alat Reaktor Autoklaf Hidrotermal	31
3.3.9 Kertas Saring	32
3.3.10 Natrium Hidroksida (NaOH)	32
3.3.11 Oven	33
3.3.12 Alat Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)	33
3.3.13 Alat Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM)	33
3.3.14 Alat Pengujian X-Ray Fluorescence (XRF)	34
3.3.15 Hotplate	34
3.4 Prosedur Penelitian	35
3.5 Tahapan Pengujian	36
3.5.1 Tahap 1	36
3.5.2 Tahap 2	37
3.5.3 Tahap 3	37
3.5.4 Tahap 4	37
3.5.5 Tahap 5	38
3.5.6 Tahap 6	38
3.5.7 Tahap 7	39
3.5.8 Tahap 8	39
3.5.9 Tahap 9	40
3.5.10 Tahap 10	40
3.5.11 Tahap 11	41
3.5.12 Tahap 12	41

3.5.13 Tahap 13	46
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Pengujian Mikrostruktur.....	38
4.1.1 X-ray fluorescence (XRF).....	38
4.1.2 X-Ray Diffraction (XRD)	40
4.1.3 Screen Electron Microscope (SEM).....	48
BAB 5 PENUTUP.....	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dua pendekatan sintesis nanopartikel top down dan bottom up	8
Gambar 2.2 Struktur dari <i>Nanosilica</i> (sumber: Utomo, 2010).....	9
Gambar 2.3 Alat <i>Ultrasonic Cleaner</i>	12
Gambar 2.4 Hasil XRD <i>Fly Ash</i>	13
Gambar 2.5 Profil struktur mikro (SEM) serbuk nanosilika.....	14
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	28
Gambar 3.2 <i>Fly Ash</i>	29
Gambar 3.3 Larutan Asam Klorida	29
Gambar 3.4 Timbangan.....	30
Gambar 3.5 Air Suling	30
Gambar 3.6 Saringan.....	30
Gambar 3.7 Wadah	31
Gambar 3.8 Alat <i>Ultrasonic Cleanser</i>	31
Gambar 3.9 Reaktor Autoklaf Hidrotermal.....	32
Gambar 3.10 Kertas Saring	32
Gambar 3.11 Larutan NaOH	32
Gambar 3.12 Oven	33
Gambar 3.13 Alat Uji XRD.....	33
Gambar 3.14 Alat Uji SEM.....	34
Gambar 3.15 <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	34
Gambar 3.16 <i>Hotplate</i>	35
Gambar 3.17 Menyaring <i>fly ash</i>	37
Gambar 3.18 Menimbang <i>fly ash</i>	37
Gambar 3.19 <i>Fly ash</i> dimasukkan ke dalam <i>ultrasonic cleanser</i>	38
Gambar 3.20 Menyaring <i>fly ash</i>	38
Gambar 3.21 Memasukan benda uji kedalam oven	38
Gambar 3.22 Memanaskan <i>fly ash</i> menggunakan <i>hotplate</i>	39
Gambar 3.23 Menyaring <i>fly ash</i>	39
Gambar 3.24 Mengeringkan <i>fly ash</i> menggunakan oven.....	40
Gambar 3.25 Memanaskan <i>fly ash</i> menggunakan <i>hotplate</i>	40

Gambar 3.26 Mengoven <i>fly ash</i>	41
Gambar 3.27 Memanaskan <i>fly ash</i> menggunakan reaktor hidrotermal.....	41
Gambar 4.1 Hasil uji XRD keberadaan senyawa pada sampel variasi molaritas 1M	41
Gambar 4.2 Hasil uji XRD keberadaan senyawa pada sampel variasi molaritas .	41
Gambar 4.3 Hasil uji XRD keberadaan senyawa pada sampel variasi molaritas 2M	42
Gambar 4.4 Hasil perhitungan luas area titik puncak dengan variasi molaritas 1M	43
Gambar 4.5 Grafik luas area titik puncak dengan variasi molaritas 1M.....	43
Gambar 4.6 Hasil perhitungan luas area total dengan variasi molaritas 1M	44
Gambar 4.7 Hasil perhitungan luas area titik puncak dengan variasi molaritas 1,5M.....	44
Gambar 4.8 Grafik luas area titik puncak dengan variasi molaritas 1,5M.....	45
Gambar 4.9 Hasil perhitungan luas area total dengan variasi molaritas 1,5M	45
Gambar 4.10 Hasil perhitungan luas area titik puncak dengan variasi molaritas 2M	46
Gambar 4.11 Grafik luas area titik puncak dengan variasi molaritas 2M.....	46
Gambar 4.12 Hasil perhitungan luas area total dengan variasi molaritas 2M	46
Gambar 4.13 Foto SEM hasil variasi molaritas, (a) 1M, (b) 1,5M, dan (c) 2M ...	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi kimia <i>fly ash</i>	10
Tabel 2.2 Kelebihan dan kekurangan penggunaan <i>fly ash</i>	10
Tabel 2.3 Perbandingan komposisi kimia yang terdapat dalam sampel serbuk batu apung dan sampel nanosilika dengan variasi konsentrasi HCl.....	16
Tabel 4.1 Hasil XRF variasi molaritas 1M.....	38
Tabel 4.2 Hasil XRF variasi molaritas 1,5M.....	39
Tabel 4.3 Hasil XRF variasi molaritas 2M.....	39
Tabel 4.4 Hasil perhitungan ukuran kristal variasi molaritas 1M	47
Tabel 4.5 Hasil perhitungan ukuran kristal variasi molaritas 1,5M	47
Tabel 4.6 Hasil perhitungan ukuran kristal variasi molaritas 2M	47
Tabel 4.7 Perbandingan nilai kristalin atmorf dan ukuran kristal	48

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, industri konstruksi telah mengalami perkembangan pesat dalam penggunaan beton sebagai material utama dalam pembangunan. Beton, yang terdiri dari campuran semen, pasir, agregat, dan air, telah menjadi pilihan utama dalam pembangunan infrastruktur seperti jalan raya, jembatan, dan bangunan gedung karena kekuatan dan ketahanannya yang tinggi. Namun, produksi semen, sebagai komponen utama dalam pembuatan beton, memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Industri semen menyumbang sekitar 8% dari total emisi karbon dioksida (CO₂) global (Andrew, 2018). Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan isu lingkungan, beberapa peneliti telah mengalihkan perhatian mereka pada upaya untuk mengurangi penggunaan semen dalam produksi beton.

Nanoteknologi menggunakan sifat kimiawi atau fisika material dalam orde nanometer (nm adalah 10⁻⁹ meter). Beton yang dibuat dengan molekul atau struktur atom dalam ukuran 1–10 nm memiliki sifat mekanik dan kimia yang jauh berbeda dari beton yang dibuat dengan material berukuran mikro. Salah satu alternatif yang telah mendapatkan perhatian dalam berbagai penelitian adalah penggunaan *fly ash* sebagai pengganti semen. *Fly ash* adalah residu hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik tenaga uap yang memiliki potensi sebagai bahan pengikat dalam campuran beton.

Abu batubara adalah residu pembakaran batubara dalam bentuk partikel amorf halus. Ini adalah bahan anorganik yang terbentuk akibat perubahan beberapa mineral (bahan mineral) melalui pembakaran. Pembakaran batubara di unit pembangkit uap (*boiler*) menghasilkan dua jenis abu, abu terbang dan abu dasar. Komposisi abu batubara terdiri dari 10-20% abu dasar dan 80-90% abu terbang. Abu terbang ditangkap dengan presipitator listrik sebelum dilepaskan ke atmosfer melalui cerobong.

Fly ash, material residu dari pembakaran batubara pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), dikenal memiliki potensi yang besar dalam pengembangan

berbagai material industri. Namun, salah satu permasalahan utama adalah produk sampingan ini sering kali tidak dimanfaatkan dengan maksimal dan malah menjadi limbah yang mencemari lingkungan.

Molaritas merupakan salah satu ukuran kelarutan yang menyatakan jumlah mol suatu zat per volume larutan. Molaritas juga biasanya disimbolkan dengan huruf M dengan satuannya molar atau M yang setara dengan mol/liter hubungan antara molaritas (konsentrasi zat terlarut dalam larutan) dengan konstruksi bangunan mungkin tidak langsung relevan, karena molaritas umumnya terkait dengan kimia larutan dan reaksi kimia, sedangkan konstruksi bangunan lebih berkaitan dengan material bangunan, struktur, dan teknik konstruksi secara umum walaupun hubungan langsung antara molaritas dan konstruksi bangunan mungkin tidak begitu jelas, tetapi ada konteks di mana pengaturan konsentrasi zat terlarut dalam larutan yang dapat dijelaskan melalui molaritas sangat memengaruhi proses konstruksi atau kualitas material bangunan. Penelitian ini membahas tentang analisis hasil sintesis nanosilika berbahan dasar fly ash menggunakan metode hidrotermal dengan variasi molaritas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks yang diberikan, rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini berkaitan dengan analisis hasil sintesis nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode hidrotermal dengan variasi molaritas HCL, bagaimana analisis hasil sintesis nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode hidrotermal dengan variasi molaritas HCL.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui analisis hasil sintesis nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode hidrotermal dengan variasi molaritas terhadap kualitas nanosilika yang dihasilkan.

1.4 Ruang Lingkup

Pada penelitian ini terdapat ruang lingkup sebagai berikut :

1. Limbah *fly ash* dengan saringan 200.
2. *Fly ash* sebanyak 50 gram.
3. Oven untuk pengeringan *fly ash*.
4. Reaktor autoklaf hidrotermal sebagai tempat proses hidrotermal
5. Menghilangkan residu yang tidak terbakar menggunakan alat *Ultrasonic cleaner*.
6. Larutan asam klorida (HCl) dengan variasi molaritas 1M, 1,5M, 2M sebanyak 100 ml.
7. Larutan natrium hidroksida (NaOH) 3M sebanyak 100 ml.
8. Analisis mikrostruktur dengan pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM), *X-Ray Fluorescence* (XRF).
9. Pengujian hanya sampai mendapatkan nanosilika.

1.5 Metode Pengumpulan Data

Adapun mengenai metode dari pengumpulan data dalam Tugas Akhir mengenai analisis hasil sintesis nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode hidrotermal dengan variasi molaritas menggunakan dua metode berupa :

1. Data Primer

Data primer untuk tugas akhir ini diperoleh secara langsung dari pengujian laboratorium dan dari hasil bimbingan yang diberikan secara langsung kepada dosen pembimbing.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam tugas akhir ini diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian dan dari bacaan online. Studi pustaka digunakan sebagai referensi untuk pembahasan.

11.6 Rencana Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini akan mengikuti sistematika penulisan yang telah dirancang untuk menjelaskan topik secara runtut dan sistematis mengenai proses *synthesis nanosilica* berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode hidrotermal dengan variasi molaritas adalah sebagai berikut:

BAB 1 LATAR BELAKANG

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

Bab ini memuat informasi yang diperoleh atau kajian yang bersumber dari referensi dan literatur mengenai penjelasan dan definisi sintesis nanosilika berbasis limbah fly ash menggunakan metode hidrotermal dengan variasi molaritas HCL.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini memaparkan mengenai material dan alat uji yang akan digunakan dalam tugas akhir untuk pengerjaan penelitian tugas akhir hasil sintesis nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode hidrotermal dengan variasi molaritas HCL.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan mengenai hasil dari pengolahan data yang dihasilkan dari prngujian pada laboratorium mengenai akhir hasil sintesis nanosilika berbahan dasar *fly ash* menggunakan metode hidrotermal dengan variasi molaritas HCL.

BAB 5 PENUTUP

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

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abid, N., Khan, A. M., Shujait, S., Chaudhary, K., Ikram, M., Imran, M., Haider, J., Khan, M., Khan, Q., & Maqbool, M. (2022). Synthesis of nanomaterials using various top-down and bottom-up approaches, influencing factors, advantages, and disadvantages: A review. In *Advances in Colloid and Interface Science*. Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2021.102597>
- Andrew, R. M. (2018). Global CO₂ emissions from cement production, 1928–2018. *Earth System Science Data Discussions*, 1(4), 195–217. <https://doi.org/10.5194/essd-2019-152>
- Bhattacharya, S., & Murkute, M. (2011). Nanomaterials: Applications in Nanomedicine and Life Sciences. *Journal of Nanotechnology in Engineering and Medicine*.
- Chen, Q., Wang, L., & Zhang, H. (2021). Enhancing the Pozzolanic Activity of Fly Ash for Cement Replacement through Hydrochloric Acid Activation: Microstructural Insights from SEM. *Cement and Concrete Composites*, 123(104125).
- Davidovits, J. (2008). *Geopolymer Chemistry and Applications* (2nd ed.). France: Institut Géopolymère, Geopolymer Institute, Saint-Quentin.
- Fitriyana, D. F., & Sulardjaka. (2012). Sintesis Zeolit A Berbahan Dasar Limbah Geotermal dengan Metode Hidrotermal. *Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan Dan Industri FT UMS*. <http://hdl.handle.net/11617/3857>
- Karim, M. A., Khan, N., & Abbas, J. (2018). Production Cost Analysis of Nanosilica Using Hydrothermal Methods. *International Journal of Nanotechnology*, 12(2), 87–99.
- Laksita, T. B. (2016). Electrolyte Concentration Dependence in Electrochemical Systems. *Electrochimica Acta*, 215.
- Laura, E.-C., Rafael, C., Jorge, Q.-O., Alirio, C.-C. H., Victoria, R.-R. L., & Elisabeth, R.-P. (2022). Effects of Molarity and Storage Time of MWCNTs on the Properties of Cement Paste. *Materials*, 15(24), 9035.

<https://doi.org/10.3390/ma15249035>

- Liu, H., Zhang, W., & Zhao, Y. (2017). Analysis of Molarity Variations in Nanosilica Synthesis from Fly Ash. *Journal of Material Research*, 32(3), 245–258.
- Liu, Y., Zhang, L., & Wang, J. (2017). Influence of pH on the Synthesis of Silica Nanoparticles from Fly Ash using Hydrothermal Method. *International Journal of Chemical Engineering*.
- Misra, P., Goyal, P., & Singh, R. (2016). Effect of Hydrothermal Reaction Time on the Formation of Nano-Silica from Fly Ash. *Journal of Advanced Material Research*.
- Naibaho, A., Takim, & Ningrum, D. (2016). Pengaruh Penggunaan Abu Terbang (Fly Ash) Terhadap Kuat Tekan dan Penyerapan Air Pada Mortar. *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, 1(2), 91–100. <https://doi.org/10.33366/rekabuana.v1i2.652>
- Parra-Huertas, R. A., Calderón-Carvajal, C. O., Gómez-Cuaspud, J. A., & Vera-López, E. (2023). Synthesis and Characterization of Faujasite-Na from Fly Ash by the Fusion-hydrothermal Method. *Boletín de La Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 62(6), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2023.01.004>
- Rahmawati, I. (2017). Pengaruh Nanosilika terhadap Kinerja Beton. *Jurnal Teknologi Material*, 5(2), 123–130.
- Sanchez, F., & Sobolev, K. (2010). Nanotechnology in Concrete – A Review. *Construction and Building Materials*, 24(11), 2060–2071. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.03.014>
- Sari, V., Manurung, P., & Yulianti, Y. (2019). Pengaruh Variasi Konsentrasi HCl pada Pembentukan Nanosilika Berbasis Batu Apung. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 7(2), 161–168.
- Setiadi, A., Jumaeri, & Widiarti, N. (2016). Sintesis Zeolit Dengan Kandungan Si/Al Rendah Dari Kaolin Menggunakan Metode Peleburan Dan Hidrotermal. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(3), 164–168.
- Singh, S., Gupta, V., & Sharma, R. (2019). Effect of Sodium Hydroxide Molarity on the Extraction of Silica from Fly Ash. *Materials Science and Engineering Journal*.

- Smith, J., Johnson, A., & Williams, K. (2024). Optimizing Hydrochloric Acid Activation of Fly Ash for Enhanced Pozzolanic Activity: A Comparative SEM Study. *Journal of Sustainable Construction Materials*, 15(2), 123–135.
- Suratman. (2018). Pengaruh Molaritas Asam Klorida Terhadap Sintesis Nanosilika dari Fly Ash Menggunakan Metode Hidrotermal. *Jurnal Material Indonesia*.
- Suwandi, A., & Purnomo, B. (2018). Penggunaan X-Ray Fluorescence (XRF) dalam Analisis Komposisi Fly Ash. *Jurnal Kimia Dan Lingkungan*, 11(1), 78–85.
- Wang, Y., Li, J., & Zheng, X. (2020). Hydrothermal Synthesis and Characterization of High-Purity Nanosilica from Fly Ash. *Journal of Cleaner Production*, 243(118559).
- Wulandari, F., Priyono, E., & Sutrisno, A. (2018). Pemanfaatan Nanosilika dari Abu Terbang untuk Peningkatan Ketahanan Korosi Baja dalam Beton. *Jurnal Material Dan Konstruksi*, 9(1), 78–85.
- Zhang, E., Wang, L., & Zhao, Q. (2019). Qualitative Effects of Fly Ash Contaminants on Nanosilica. *Materials Chemistry and Physics*, 112(5), 456–567.
- Zhao, L., Li, J., & Chen, Q. (2018). Optimization of Alkali Concentration in Hydrothermal Synthesis of Nanostructured Silica from Coal Fly Ash. *Advanced Materials Letters*.
- Khadom, A. A., Yaro, A. S., Kadum, A. A. H., Al Taie, A. S., & Musa, A. Y. (2009). *The Effect of Temperature and Acid Concentration on Corrosion of Low Carbon Steel in Hydrochloric Acid Media*.