

TUGAS AKHIR

ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR LIMBAH KAOLIN MENGGUNAKAN METODE PENGGIJINGAN DENGAN VARIASI DURASI WAKTU

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana
Teknik pada program studi teknik sipil fakultas teknik universitas
sriwijaya**



FAKRI HANAFI

03011382126129

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2024

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fakri Hanafi

NIM : 03011382126129

Judul : Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar Limbah Kaolin Menggunakan Metode Penggilingan Dengan Variasi Durasi Waktu

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, Desember 2024



Fakri Hanafi
NIM. 03011382126129

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAI
LIMBAH KAOLIN MENGGUNAKAN METODE
PENGGIANGAN DENGAN VARIASI DURASI
WAKTU**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Oleh:

FAKRI HANAFI
03011382126129

Palembang, Desember 2024
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing



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

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar Limbah Kaolin Menggunakan Metode Penggilingan Dengan Variasi Durasi Waktu” yang disusun oleh Fakri Hanafi, NIM. 03011382126129 tela dipertahankan di depan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 21 Desember 2024.

Palembang, 21 Desember 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tugas Akhir:

Ketua:

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



Anggota:

2. Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng.
NIP. 195604241990031001



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Ir. Bhakti Yudha 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 : Fakri Hanafi

NIM : 03011382126129

Judul : Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar Limbah Kaolin Menggunakan Metode Penggilingan Dengan Variasi Durasi Waktu

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

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

Palembang, Desember 2024



Fakri Hanafi
NIM. 03011382126129

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Fakri Hanafi
Jenis Kelamin : laki-laki
E-mail : fakrihanafi25@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD IBA PALEMBANG	-	-	SD	2009 - 2015
SMPN 1 PALEMBANG	-	-	SMP	2015 - 2018
SMAN 17 PALEMBANG	-	IPA	SMA	2018 - 2021
	Teknik	Teknik Sipil	S1	2021- 2025

Riwayat Organisasi:

Nama Organisasi	Jabatan	Periode
Ikatan Mahasiswa Sipil	Anggota	2024/2025

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Fakri Hanafi

03011382126129

RINGKASAN

ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR LIMBAH KAOLIN MENGGUNAKAN METODE PENGGILINGAN DENGAN VARIASI DURASI WAKTU

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir,

Fakri Hanafi; Dimbing oleh Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T.,M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xix + 59 halaman, 55 gambar, 12 tabel

Nanosilika merupakan silika yang berukuran nano yaitu berkisar 1-100 nm dan memiliki fungsi untuk meningkatkan kuat tekan beton. Nanosilika dapat dihasilkan dengan proses sintesis dari limbah kaolin. Material yang digunakan pada penelitian ini berupa kaolin dan *high energy milling* sebagai alat penggiling. Penelitian ini menggunakan variasi waktu penggilingan selama 2, 3, dan 4 jam. Pada penelitian ini menggunakan pengujian mikrostruktur untuk menganalisis hasil ekstraksi berupa X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), dan Scanning Electron Microscope (SEM). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka akan semakin besar ukuran dan persentase kristal serta menurunkan kadar silika di dalam sampel. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa waktu optimum untuk penggilingan pada proses sintesis adalah 4 jam menghasilkan ukuran kristal rata-rata sebesar 13,9 nm dengan kristalin sebanyak 31,36% dan amorf sebanyak 68,63%. Namun kandungan silika murni yang tertinggi pada penggilingan 2 jam sebesar $\pm 52\%$.

Kata kunci: Nanosilika, kaolin, XRD, XRF, SEM

SUMMARY

ANALYSIS OF NANOSILICA SYNTHESIS FROM KAOLIN WASTE USING MILLING METHOD WITH DURATION VARIATION

Scientific papers in form of Final Projects,

Fakri Hanafi; Dimbing oleh Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T.,M.T

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xix + 59 pages, 55 images, 12 tables

Nanosilica is silica with a nanoscale size ranging from 1 to 100 nm, which serves to enhance the compressive strength of concrete. Nanosilica can be synthesized from kaolin waste. The materials used in this study include kaolin and a high-energy milling machine as a milling tool. The research applied variations in milling duration for 2, 3, and 4 hours. Microstructural testing methods, including X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscope (SEM), were utilized to analyze the extracted products. The results indicated that prolonged milling time leads to increased crystal size and percentage, while reducing silica content in the samples. Based on the tests, the optimum milling time for the synthesis process was found to be 4 hours, producing an average crystal size of 13.9 nm with 31.36% crystallinity and 68.63% amorphous content. However, the highest pure silica content was achieved with 2 hours of milling, amounting to approximately 52%.

Keywords: Nanosilica, kaolin, XRD, XRF, SEM

ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR LIMBAH KAOLIN MENGGUNAKAN METODE PEGGILINGAN DENGAN VARIASI DURASI WAKTU

Fakri Hanafi¹⁾, Arie Putra Usman²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: fakrihanafi25@gmail.com

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

HALAMAN ABSTRAK

Abstrak

Nanosilika merupakan silika yang berukuran nano yaitu berkisar 1-100 nm dan memiliki fungsi untuk meningkatkan kuat tekan beton. Nanosilika dapat dihasilkan dengan proses sintesis dari limbah kaolin. Material yang digunakan pada penelitian ini berupa kaolin dan *high energy milling* sebagai alat penggiling. Penelitian ini menggunakan variasi waktu penggilingan selama 2, 3, dan 4 jam. Pada penelitian ini menggunakan pengujian mikrostruktur untuk menganalisis hasil ekstraksi berupa X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), dan Scanning Electron Microscope (SEM). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pengeringan maka akan semakin besar ukuran dan persentase kristal serta menurunkan kadar silika di dalam sampel. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa waktu optimum untuk penggilingan pada proses sintesis adalah 4 jam menghasilkan ukuran kristal rata-rata sebesar 13,9 nm dengan kristalin sebanyak 31,36% dan amorf sebanyak 68,63%. Namun kandungan silika murni yang tertinggi pada penggilingan 2 jam sebesar $\pm 52\%$.

Kata kunci: Nanosilika, kaolin, XRD, XRF, SEM

Palembang, Desember 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



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

NIP. 198605192019031007

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



ANALYSIS OF NANOSILICA SYNTHESIS FROM KAOLIN WASTE USING MILLING METHOD WITH DURATION VARIATION

Fakri Hanafi¹⁾, Arie Putra Usman²⁾,

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

E-mail: fakrihanafi25@gmail.com

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

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

HALAMAN ABSTRACT

Abstract

Nanosilica is silica with a nanoscale size ranging from 1 to 100 nm, which serves to enhance the compressive strength of concrete. Nanosilica can be synthesized from kaolin waste. The materials used in this study include kaolin and a high-energy milling machine as a milling tool. The research applied variations in milling duration for 2, 3, and 4 hours. Microstructural testing methods, including X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscope (SEM), were utilized to analyze the extracted products. The results indicated that prolonged milling time leads to increased crystal size and percentage, while reducing silica content in the samples. Based on the tests, the optimum milling time for the synthesis process was found to be 4 hours, producing an average crystal size of 13.9 nm with 31.36% crystallinity and 68.63% amorphous content. However, the highest pure silica content was achieved with 2 hours of milling, amounting to approximately 52%.

Keywords: *Nanosilica*, kaolin, XRD, XRF, SEM

Palembang, Desember 2024

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



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

NIP. 198605192019031007

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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 Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar Limbah Kaolin Menggunakan Metode Penggilingan Dengan Variasi Durasi Waktu**”. 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. Bapak Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Febrin Hadinata S.T., M.T. Selaku 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 kepentingan Tugas Akhir ini.
7. Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya yang telah membantu dan menyediakan tempat selama proses penelitian Tugas Akhir ini.
8. Kak Ihsan selaku teknisi lab yang membantu penulis dalam penelitian Tugas Akhir ini.
9. Mama, Papa, Alsa dan Bang Hafidh terima kasih telah memberikan dukungan, semangat, motivasi kepada penulis dan selalu mendoakan semua proses yang penulis lakukan.
10. Alfi, Farrel, Oriz, Zainal, Krisna, Mulki terima kasih telah membantu,

menghibur, memberikan semangat dan do'a kepada penulis.

11. Teman-teman penelitian tugas akhir, Iqbal, Alvin, Egan, Ricky, Adi, Ghafar, Endi, Irsyad, Naurah, Alda, Ismi, Sabrina, Zakiah, Tiara, Alifah, Ranna, Dilla, Dwina, Ida dan Dewi yang telah berjuang bersama beberapa bulan ini.

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

Palembang, Desember 2024

Fakri Hanafi

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.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xix
BAB 1 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 Beton.....	5
2.2 Nano Teknologi.....	6
2.2.1 Kelebihan Penggunaan Nano Teknologi Dalam Konstruksi.....	7
2.2.2 Kekurangan Penggunaan Nano Teknologi Dalam Konstruksi.....	10
2.3 Nanosilika	11
2.4 Proses Sintesis	11
2.3.1 Metode <i>Top-down</i>	12
2.3.2 Metode <i>Bottom-up</i>	12
2.5 <i>High Energy Milling</i>	13

2.6	Kaolin	17
2.7	Pengujian Mikrostruktur.....	18
2.6.1	<i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	18
2.6.2	<i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	19
2.6.3	<i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		21
3.1	Studi Literatur.....	21
3.2	Alur Penelitian.....	21
3.3	Alat dan Bahan	23
3.3.1	Kaolin.....	23
3.3.2	Timbangan Digital.....	23
3.3.3	Mesin <i>High Energy Milling</i>	24
3.3.4	Bola-Bola <i>Miling</i>	24
3.3.5	Plastik <i>Ziplock</i>	24
3.3.6	Alat Pengujian <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	25
3.3.7	Alat Pengujian <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	25
3.3.8	Alat Pengujian <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	26
3.4	Tahapan Penelitian.....	27
3.4.1	Tahap 1	27
3.4.2	Tahap 2	27
3.4.3	Tahap 3	27
3.4.4	Tahap 4	28
3.4.5	Tahap 5	28
3.4.6	Tahap 6	29
3.4.7	Tahap 7	29
3.4.8	Tahap 8	30
3.4.9	Tahap 9	30
3.4.10	Tahap 10.....	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Pengujian Mikrostruktur.....	36
4.1.1	<i>X-ray fluorescence (XRF)</i>	36
4.1.2	<i>X-ray Diffraction (XRD)</i>	40

4.1.3 <i>Screen Electron Microscope</i> (SEM).....	52
BAB 5 PENUTUP.....	55
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Perbandingan kuat tekan beton tanpa dan dengan penambahan nanosilika (3% dan 5%)	8
Gambar 2.2. Kekuatan lentur (A) dan kuat tekan (B) setelah 7,28, dan 90 hari curing	9
Gambar 2.3. Pendekatan sintesis nanopartikel top down dan bottom up.....	13
Gambar 2.4. Skema Prinsip Kerja Mesin <i>High Energy Milling</i>	15
Gambar 2.5. Skema Gerakan Bola Dan Serbuk Dalam Tabung	15
Gambar 2.6. Pengaruh Waktu Terhadap Ukuran Partikel	16
Gambar 2.7. Hasil XRD Kaolin Sebelum dan Sesudah Dilakukan Proses Penggilingan Menggunakan <i>High Energy Milling</i>	19
Gambar 2.8. SEM Kaolin (a) perbesaran 10.000x (b) perbesaran 40.000x.....	20
Gambar 2.9. Pengujian XRF Pada Kaolin	20
Gambar 3.1. Diagram alir penelitian.....	22
Gambar 3.2. Kaolin.....	23
Gambar 3.3. Timbangan Digital.....	23
Gambar 3.4. Mesin <i>High Energy Milling</i>	24
Gambar 3.5. Bola-Bola <i>milling</i>	24
Gambar 3.6. Plastik <i>Ziplock</i>	25
Gambar 3.7. Alat Pengujian <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	25
Gambar 3.8. Alat Pengujian <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	26
Gambar 3.9. Alat Pengujian <i>X-ray fluorescence (XRF)</i>	26
Gambar 3.10. Menyaring kaolin	27
Gambar 3.11. Menimbang kaolin.....	28
Gambar 3.12. Menimbang bola-bola <i>milling</i>	28
Gambar 3.13. Memasukan benda uji kedalam alat hem	29
Gambar 3.14. <i>Setting</i> waktu <i>On-Off</i>	29
Gambar 3.15. Kaolin sebelum, sesudah <i>milling</i> 2 jam, 3 jam, dan 4 jam.....	30
Gambar 3.16. <i>New project</i> aplikasi origin.....	31
Gambar 3.17. Memindahkan data dari excel ke aplikasi origin.....	32

Gambar 3.18. Plot data menjadi <i>stacked lines y</i>	32
Gambar 3.19. Data setelah di plot.....	32
Gambar 3.20. Klik <i>toolbox analysis</i>	33
Gambar 3.21. Klik <i>peaks info</i>	33
Gambar 3.22. Mencari nilai intensitas maksimum dari excel XRD	34
Gambar 3.23. Memasukkan nilai 2-theta	34
Gambar 3.24. Mencari luasan area puncak	34
Gambar 3.25. Mencari nilai luasan area total	35
Gambar 3.26. Grafik nilai luasan area total	35
Gambar 4.1. Hasil XRF variasi durasi waktu penggilingan 2 jam.....	36
Gambar 4.2. Hasil XRF variasi durasi waktu penggilingan 3 jam.....	37
Gambar 4.3. Hasil XRF variasi durasi waktu penggilingan 4 jam.....	38
Gambar 4.4. Hasil uji XRD keberadaan senyawa pada sampel variasi durasi penggilingan 2 jam.....	41
Gambar 4.5. Hasil uji XRD keberadaan senyawa pada sampel variasi durasi penggilingan 3 jam.....	42
Gambar 4.6. Hasil uji XRD keberadaan senyawa pada sampel variasi durasi penggilingan 4 jam.....	42
Gambar 4.7. Hasil XRD variasi durasi waktu penggilingan 2 jam.....	43
Gambar 4.8. Hasil XRD variasi durasi waktu penggilingan 3 jam.....	43
Gambar 4.9. Hasil XRD variasi durasi waktu penggilingan 4 jam.....	44
Gambar 4.10. Hasil perhitungan luas area titik puncak dengan variasi durasi waktu 2 jam penggilingan.....	45
Gambar 4.11. Grafik luas area titik puncak dengan variasi durasi waktu 2 jam penggilingan.....	45
Gambar 4.12. Hasil perhitungan luas area total dengan variasi durasi waktu 2 jam penggilingan.....	46
Gambar 4.13. Hasil perhitungan luas area titik puncak dengan variasi durasi waktu 3 jam penggilingan.....	46
Gambar 4.14. Grafik luas area titik puncak dengan variasi durasi waktu 3 jam penggilingan.....	47

Gambar 4.15. Hasil perhitungan luas area total dengan variasi durasi waktu 3 jam penggilingan.....	47
Gambar 4.16. Hasil perhitungan luas area titik puncak dengan variasi durasi waktu 4 jam penggilingan.....	48
Gambar 4.17. Grafik luas area titik puncak dengan variasi durasi waktu 4 jam penggilingan.....	48
Gambar 4.18. Hasil perhitungan luas area total dengan variasi durasi waktu 4 jam penggilingan.....	49
Gambar 4.19. Partikel yang dihasilkan (a) 0 jam, (b) 1 menit, (c) 0,5 jam, (d) 1 jam, (e) 3 jam, dan (f) 8 jam penggilingan.....	52
Gambar 4.20. Foto SEM hasil penggilingan, (a) durasi 2 jam, (b) durasi 3 jam, dan (c) durasi 4 jam.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Hasil Uji Tekan Beton Dengan Campuran nanosilika.....	5
Tabel 2.2. Hasil Uji Kuat Tekan Umur 14 Hari dan 28 Hari Penambahan Kalsinasi Kaolin.....	9
Tabel 2.3. Kandungan Kimia Kaolin.....	18
Tabel 4.1. Hasil XRF penggilingan durasi 2 jam	37
Tabel 4.2. Hasil XRF penggilingan durasi 3 jam	38
Tabel 4.3. Hasil XRF penggilingan durasi 4 jam	39
Tabel 4.4. Komposisi kimia semen portland jenis-I	40
Tabel 4.5. Hasil perhitungan ukuran kristal variasi durasi waktu 2 jam penggilingan	49
Tabel 4.6. Hasil perhitungan ukuran kristal variasi durasi waktu 3 jam penggilingan	50
Tabel 4.7. Hasil perhitungan ukuran kristal variasi durasi waktu 4 jam penggilingan	50
Tabel 4.8. Perbandingan Waktu dalam Proses Sintesis dengan <i>Shaker Milling</i> Terhadap Ukuran Partikel	51
Tabel 4.9. Perbandingan nilai kristalin, atmorf dan ukuran kristal	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada era modern saat ini dunia telah mengalami banyak kemajuan baik dalam bidang pengetahuan maupun teknologi, terutama pada bidang konstruksi untuk membangun bangunan-bangunan dan infrastruktur salah satu contohnya yaitu nano teknologi dan material nano. Material nano yang paling umum digunakan dalam semen adalah nanosilika, nano-titania, nano-alumina, tabung nano karbon dan lain-lain (Sanchez and Sobolev 2010). Beton merupakan material konstruksi komposit yang dihasilkan dari kombinasi agregat dan pengikat berupa semen. Penambahan bahan tertentu dalam proses pembuatan beton dapat meningkatkan karakteristik kekuatan serta durabilitasnya. Salah satu material yang efektif untuk mendukung metode tersebut adalah partikel nanosilika.

Seiring dengan semakin banyaknya bangunan dan infrastruktur yang dibangun saat ini, penggunaan semen pun semakin meningkat. Meningkatnya penggunaan semen sebagai bahan bangunan menyebabkan meningkatnya dampak negatif terhadap lingkungan, karena proses produksinya menghasilkan banyak gas CO₂ atau gas karbondioksida. Fenomena ini mengakibatkan peningkatan suhu permukaan bumi yang disebabkan oleh gas karbon dioksida, yang secara bebas menyerap radiasi panas matahari di atmosfer. Oleh karena itu, diperlukan inovasi berkelanjutan untuk memitigasi dampak negatif terhadap lingkungan, salah satunya melalui pengurangan penggunaan semen dalam proses produksi beton.

Nanoteknologi adalah teknologi yang mengoptimalkan karakteristik fisik dan kimia material pada skala nanometer. Sebagai informasi, satu nanometer (nm) setara dengan 10⁻⁹ meter. Ketika molekul atau struktur atom dirancang dalam rentang ukuran 1 hingga 10 nm, beton yang dihasilkan memiliki sifat mekanis dan kimiawi yang berbeda secara signifikan dibandingkan dengan beton yang menggunakan material pada skala mikrometer.

Nanosilika yang umumnya digunakan berasal dari limbah industri semikonduktor dan memiliki karakteristik kekuatan yang melebihi baja. Selain itu,

partikel nanosilika juga menunjukkan tingkat ketahanan yang tinggi terhadap berbagai kondisi lingkungan yang ekstrem.

Salah satu masalah lingkungan yang saat ini juga menjadi perhatian adalah kaolin hasil dari penambangan, banyaknya volume limbah tersebut yang dihasilkan dari penambangan. Dengan perkembangan teknologi saat ini kaolin dimanfaatkan untuk campuran beton, menjadikan bahan kaolin sebagai substitusi semen dan harga yang relatif murah. Kaolin yang akan diolah sehingga menghasilkan nanosilika yang berasal dari proses sintesis bahan dasar kaolin. Penelitian yang membahas tentang analisis sintesis berbahan dasar limbah kaolin masih sedikit sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai hasil analisis sintesis nanosilika berbahan dasar limbah kaolin menggunakan metode penggilingan dengan variasi durasi waktu.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, rumusan masalah yang akan menjadi fokus pembahasan dalam penelitian mengenai sintesis nanosilika berbahan dasar limbah kaolin menggunakan metode penggilingan dengan variasi durasi waktu, bagaimana hasil analisis sintesis nanosilika berbahan dasar limbah kaolin menggunakan metode penggilingan dengan variasi durasi waktu.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis sintesis nanosilika berbasis limbah kaolin menggunakan metode penggilingan dengan variasi durasi waktu, serta mengetahui efek variasi durasi waktu terhadap kualitas nanosilika yang dihasilkan.

1.4. Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini terdapat ruang lingkup sebagai berikut :

1. Limbah Kaolin dengan saringan berukuran 200 mesh.
2. Waktu yang digunakan dalam proses sintesis kaolin adalah 2 jam, 3 jam, dan 4 jam
3. Mesin *high energy milling* sebagai alat penggiling untuk proses sintesis

dengan kecepatan penggilingan 0-1450 rpm.

4. Berat kaolin yang disintesis 3 gram.
5. Analisis mikrostruktur dengan pengujian *x-ray diffraction* (XRD), *scanning electron microscope* (SEM), dan *X-ray fluorescence* (XRF).

1.5. Metode Pengumpulan Data

Adapun mengenai metode dari pengumpulan data dalam Tugas Akhir mengenai hasil analisis sintesis nanosilika berbahan dasar limbah kaolin menggunakan metode penggilingan dengan variasi durasi waktu menggunakan dua metode berupa :

1. Data Primer

Dalam penelitian tugas akhir ini, data primer dikumpulkan secara langsung melalui pelaksanaan uji eksperimental di laboratorium, serta melalui konsultasi dan bimbingan langsung dari dosen pembimbing.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian, serta dari berbagai sumber informasi tambahan, termasuk literatur yang diakses melalui internet. Data sekunder ini berupa tinjauan pustaka yang berfungsi sebagai referensi untuk mendukung dan memperluas cakupan analisis dalam penelitian.

1.6. Rencana Sistematika Penulisan

Adapun rencana sistematika penulisan pada laporan tugas akhir mengenai hasil analisis sintesis nanosilika berbahan dasar limbah kaolin menggunakan metode penggilingan dengan variasi durasi waktu adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini mencakup latar belakang penelitian dalam tugas akhir, rumusan masalah yang diangkat, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode pengumpulan data yang digunakan, serta sistematika penulisan tugas akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas kajian literatur yang digunakan dalam penelitian tugas

akhir, mencakup penjelasan teoritis dari berbagai sumber pustaka dan literatur terkait. Kajian tersebut meliputi definisi sintesis nanosilika berbasis limbah kaolin yang dilakukan menggunakan metode penggilingan dengan variasi durasi waktu.

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 analisis sintesis nanosilika berbahan dasar limbah kaolin menggunakan metode penggilingan dengan variasi durasi waktu.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengolahan data yang diperoleh dari pengujian laboratorium terkait hasil analisis sintesis nanosilika berbahan dasar limbah kaolin menggunakan metode penggilingan dengan variasi durasi waktu.

BAB 5 PENUTUP

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

DAFTAR PUSTAKA