

TUGAS AKHIR

ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR LIMBAH KAOLIN MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN

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



**DILA TRISA PUTRI
03011382126122**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dila Trisa Putri

NIM : 03011382126122

Judul : Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar Limbah Kaolin
Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Temperatur Pemanasan

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



Dila Trisa Putri
NIM. 03011382126122

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR
LIMBAH KAOLIN MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI
DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

Oleh:

DILA TRISA PUTRI

03011382126122

Palembang, Januari 2025

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Saoma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



Dr. Ir. Saoma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar Limbah Kaolin Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Temperatur Pemanasan” yang disusun oleh Dila Trisa Putri, NIM. 03011382126122 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Januari 2025.

Palembang, 23 Januari 2025

Tim Penguji Karya 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

Ketua Jurusan Teknik

Sipil

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 : Dila Trisa Putri

NIM : 03011382126122

Judul : Analisis Sintesis Nanosilika Berbahan Dasar Limbah Kaolin
Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Temperatur Pemanasan

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



Dila Trisa Putri

NIM. 03011382126122

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Dila Trisa Putri
Jenis Kelamin : Perempuan
E-mail : dilatrisaa@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
MI HIJRIYAH II PALEMBANG	-	-	SD	2009 - 2015
MTS N 1 PALEMBANG	-	-	SMP	2015 - 2017
SMA N 3 PALEMBANG	-	IPA	SMA	2017 - 2021
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2021- 2025

Demikian Riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Dila Trisa Putri
03011382126122

RINGKASAN

ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR LIMBAH KAOLIN MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN

Karya Tulis Ilmiah Berupa Tugas Akhir, 23 Januari 2025

Dila Trisa Putri; Dimbing oleh Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xx + 70 halaman, 71 gambar, 13 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 *Magnetic Stirrer* sebagai alat pengaduk. Penelitian ini menggunakan variasi temperatur pemanasan 100°C, 120°C dan 140°C. 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 uji XRD dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan maka akan semakin kecil ukuran dan persentase amorf semakin besar. Dari hasil uji XRF dan SEM ditarik Kesimpulan bahwa semakin tinggi temperatur akan menghasilkan jumlah silika yang paling banyak. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa temperatur pemanasan optimum pada proses sintesis adalah 140°C yang menghasilkan kemurnian silika ±56% serta ukuran kristal sebesar 13,99 nm dengan kristalin sebanyak 6,85% dan amorf sebanyak 93,14%.

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

SUMMARY

ANALYSIS OF NANOSILICA SYNTHESIS FROM KAOLIN WASTE USING PRECIPITATION METHOD WITH VARIATION OF HEATING TEMPERATURE

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

Dila Trisa Putri; Guide by Advisor Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xx + 70 pages, 71 images, 13 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 magnetic stirrer as a mixing tool. This research employs variations in heating temperatures of 100°C, 120°C, and 140°C. Microstructural testing methods, including X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscope (SEM), were utilized to analyze the extracted products. From the XRD test results, it can be concluded that the greater the combustion temperature, the smaller the size and the greater the amorphous percentage. From the results of XRF and SEM tests, it is concluded that higher temperatures will produce the most amount of silica. According to tests, the optimum burning temperature for the synthesis process is 140°C, which produces silica purity of about 56% with a crystal size of 13.99 nm, composed of 6.85% crystalline and 93.14% amorphous material.

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

ANALISIS SINTESIS NANOSILIKA BERBAHAN DASAR LIMBAH KAOLIN MENGGUNAKAN METODE PRESIPITASI DENGAN VARIASI TEMPERATUR PEMANASAN

Dila Trisa Putri¹⁾, Saloma²⁾

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

E-mail: dilatrisaa@gmail.com

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

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


Abstrak

Nanosilika merupakan silika yang berukuran nano yaitu berkisar 1-100 nm dan memiliki fungsi untuk meningkatkan kuat tekan beton. Nanosilika dapat dihasilkan dengan proses sintesis dari limbah kaolin. Material yang digunakan pada penelitian ini berupa kaolin dan *Magnetic Stirrer* sebagai alat pengaduk. Penelitian ini menggunakan variasi temperatur pemanasan 100°C, 120°C dan 140°C. 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 uji XRD dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan maka akan semakin kecil ukuran dan persentase amorf semakin besar. Dari hasil uji XRF dan SEM ditarik Kesimpulan bahwa semakin tinggi temperatur akan menghasilkan jumlah silika yang paling banyak. Berdasarkan pengujian diperoleh bahwa temperatur pemanasan optimum pada proses sintesis adalah 140°C yang menghasilkan kemurnian silika $\pm 56\%$ serta ukuran kristal sebesar 13,99 nm dengan kristalin sebanyak 6,85% dan amorf sebanyak 93,14%.

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

Palembang, Januari 2025

Dosen Pembimbing



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

NIP. 197610312002122001

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



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

NIP. 197610312002122001

ANALYSIS OF NANOSILICA SYNTHESIS FROM KAOLIN WASTE USING PRECIPITATION METHOD WITH VARIATION OF HEATING TEMPERATURE

Dila Trisa Putri¹⁾, Saloma²⁾

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

E-mail: dilatrisaa@gmail.com

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

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

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 magnetic stirrer as a mixing tool. This research employs variations in heating temperatures of 100°C, 120°C, and 140°C. Microstructural testing methods, including X-Ray Diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence (XRF), and Scanning Electron Microscope (SEM), were utilized to analyze the extracted products. From the XRD test results, it can be concluded that the greater the combustion temperature, the smaller the size and the greater the amorphous percentage. From the results of XRF and SEM tests, it is concluded that higher temperatures will produce the most amount of silica. According to tests, the optimum burning temperature for the synthesis process is 140°C, which produces silica purity of about 56% with a crystal size of 13.99 nm, composed of 6.85% crystalline and 93.14% amorphous material.

Keywords: Nanosilica, kaolin, XRD, XRF, SEM

Palembang, Januari 2025
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 Limbah Kaolin Menggunakan Metode Presipitasi Dengan Variasi Temperatur Pemanasan**”. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terima kasih 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, ST., MT., IPM. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
4. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., IPM. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dalam penulisan laporan tugas akhir ini.
5. Ibu Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang selalu memberikan arahan.
6. Dosen-dosen serta staf Jurusan Teknik Sipil yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini serta membantu penulis selama masa perkuliahan.
7. Teristimewah penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada kedua orang tua papa Mustar Refli dan mama Destriana Zuliati telah memberikan do'a dengan tulus, memberi kasih sayang dengan penuh cinta, memotivasi, dan memberi dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studi sampai akhir, penulis persembahkan gelar ini untuk papa dan mama tercinta.
8. Saudara terkasih, Annisa Sarika Putri dan Muhammad Alfateh yang telah memberikan do'a dan *support* yang tulus kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Keponakan penulis, Eleanor Gita Almeera yang menggemaskan, menghibur, serta salah satu penyemangat penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Seluruh keluarga besar yang telah memberikan do'a dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Teruntuk Muhammad Akbar Putra Adhyaksa, terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis. Berkontribusi banyak dalam penulisan tugas akhir ini, telah bersedia menjadi pendamping dalam segala hal, mendukung ataupun menghibur dalam kesedihan, mendengar keluh kesah, serta memberi apresiasi dan semangat untuk pantang menyerah dalam penulisan tugas akhir ini.
12. Sahabat penulis, Aqila, Atiah, Rizki, Nadia, Nisrina, Putri (ASOKA) yang telah memberikan *support* dan do'a dalam proses menyelesaikan tugas akhir ini.
13. Sahabat penulis, Siti Ardwinia Madiva R dan Gadis Melinda S yang telah kebersamai dan membantu selama proses perkuliahan hingga proses penyelesaian tugas akhir ini.
14. Teman-teman seperjuangan tugas akhir dan rekan-rekan angkatan 2021 lainnya yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Dalam menyusun laporan tugas akhir 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

Dila Trisa Putri

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.....	xvii
DAFTAR TABEL	xx
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 Nanoteknologi	5
2.3 Nano Silica	7
2.4 Proses Sintesis	10
2.3.1 Metode <i>Top-down</i>	11
2.3.2 Metode <i>Bottom-up</i>	11
2.5 Metode Presipitasi	11
2.6 <i>Magnetic Stirrer</i> (Pengaduk Magnetik)	13
2.7 Kaolin	15
2.8 Pengujian Mikrostruktur.....	18
2.8.1 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	19
2.8.2 <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	20
2.8.3 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	22
2.9 Variasi Temperatur Pemanasan.....	24
BAB 3.....	
METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1 Studi Literatur.....	27
3.2 Alur Penelitian.....	27
3.3 Alat dan Bahan	29
3.3.1. Kaolin.....	29
3.3.2. Larut HCL 5M	29
3.3.3. Aquades.....	29
3.3.4. Kertas Saring.....	30

3.3.5. Timbangan Digital	30
3.3.6. Gelas Ukur	31
3.3.7. Saringan 200 mesh.....	31
3.3.8. <i>Magnetic Stirrer</i>	32
3.3.9. Batang Penyaring	32
3.3.10. Cawan	32
3.3.11. <i>Potential of Hydrogen</i> (pH) Meter.....	33
3.3.12. Mortar dan Pastle	33
3.3.13. Oven.....	34
3.3.14. Alat Pengujian <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	34
3.3.15. Alat Pengujian X-Ray Fluorescence (<i>XRF</i>).....	34
3.3.16. Alat Pengujian <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	35
3.4 Tahapan Pengujian	35
3.4.1. Tahap 1.....	36
3.4.2. Tahap 2.....	36
3.4.3. Tahap 3.....	36
3.4.4. Tahap 4.....	37
3.4.5. Tahap 5.....	37
3.4.6. Tahap 6.....	38
3.4.7. Tahap 7.....	38
3.4.8. Tahap 8.....	38
3.4.9. Tahap 9.....	39
3.4.10. Tahap 10.....	39
3.4.11. Tahap 11.....	40
3.4.12. Tahap 12.....	40
3.4.13. Tahap 13.....	40

3.4.14. Tahap 14.....	41
3.4.9. Tahap 15.....	41
3.4.10. Tahap 16.....	42
3.4.11. Tahap 17.....	42
3.4.12. Tahap 18.....	48
 BAB 4.....	
HASIL DAN PEMBAHASAN	49
4.1 Pengujian Mikrostruktur.....	49
4.1.1. <i>X-ray fluorescence (XRF)</i>	49
4.1.2. <i>X-ray Diffraction (XRD)</i>	51
4.1.3. <i>Screen Electron Microscope (SEM)</i>	62
 BAB 5.....	
KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Kesimpulan.....	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur dari <i>Nanosilica</i> (sumber :Rao, 2005).....	8
Gambar 2.2 Hasil Uji Slump Beton Terhadap Variasi Jenis Campuran Beton.....	9
Gambar 2.3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton	9
Gambar 2.4 Macam-macam Sintesis Nanomaterial (sumber: Utomo, 2015)	10
Gambar 2.5 Pendekatan Sintesis Nanopartikel <i>Top Down</i> dan <i>Bottom Up</i>	11
Gambar 2.6 Pola XRD Material (a) Silica Scaling, (b) NS600, (c) NS650 dan (d) NS700.....	13
Gambar 2.7 Sistem Kerja <i>Magnetic Stirrer</i> dan <i>Magnetic Bar</i>	14
Gambar 2.8 <i>Magnetic Stirrer</i> (Mxbaoheng, 2019).....	15
Gambar 2.9 Struktur kaolin (Awad et al., 2017)	17
Gambar 2.10 Grafik XRD (a) selama 3 jam, suhu 120°C, 150°C dan 200°C, (b) selama 6 jam, suhu 120°C, 150°C dan 200°C (Didik LA., 2020)	19
Gambar 2.11 (a) Elektron Tereksitasi (b) Pengisian Kekosongan Elektron (c) Pelepasan Energi (d) Analisis Data (Sumantry, 2022).....	21
Gambar 2. 12 Terbentuknya K-alpha dan K-Beta (Sumantry, 2022.....	21
Gambar 2.13 SEM Kaolin (Sunardi, 2011	22
Gambar 2.14 Difraktogram sinar X kaolin sebelum dan setelah proses kalsinasi (komposisi K = Kaolinit, H= Haloisit, K = Kuarsa, Cl= Clorit dan Cr = Cristobalit).....	23
Gambar 2.15 Difraktogram kaolin hasil preparasi (KP) dan kaolin pemanasan (KC 1000).....	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	28
Gambar 3.2 Kaolin	29
Gambar 3.3 Larutan HCL 5M	29
Gambar 3.4 Aquades	30
Gambar 3.5 Kertas Saring	30
Gambar 3.6 Timbangan Digital.....	31
Gambar 3.7 Gelas Ukur.....	31

Gambar 3.8 Saringan 200 mesh.....	31
Gambar 3.9 <i>Magnetic Stirrer</i>	32
Gambar 3.10 Batang Penyaring	32
Gambar 3.11 Cawan	33
Gambar 3.12 Ph Meter	33
Gambar 3.13 Mortar dan Pastle.....	33
Gambar 3.14 Oven.....	34
Gambar 3.15 Alat Uji XRD.....	34
Gambar 3.16 Alat Uji XRF	35
Gambar 3.17 Alat Uji SEM.....	35
Gambar 3.18 Limbah Kaolin.....	37
Gambar 3.19 Pencucian Aquades.....	37
Gambar 3.20 Penyaringan Aquades	37
Gambar 3.21 Menggingkan Kaolin Menggunakan Oven	38
Gambar 3.22 Menyaring Kaolin.....	38
Gambar 3.23 Menimbang kaolin.....	39
Gambar 3.24 Mencampurkan Kaolin dan HCl.....	39
Gambar 3.25. Memasukkan Batang Pengaduk.....	39
Gambar 3.26. Melakukan <i>Setting</i> Suhu dan Kecepatan Alat <i>Magnetic Stirrer</i>	40
Gambar 3.27. Penyaringan Sisa HCl.....	40
Gambar 3.28 Pencucian dengam Aquades	41
Gambar 3.29. Pengeringan Kaolin Menggunakan Oven.....	41
Gambar 3.30. Penghalusan Silika.....	41
Gambar 3.31. <i>New Project</i> aplikasi origin	43
Gambar 3.32. Memindahkan data dari excel ke aplikasi origin	43
Gambar 3.33. Plot data menjadi <i>stacked lines</i> y dan sata setelah di plot	44
Gambar 3.34. Klik <i>toolbox analysis</i>	45
Gambar 3.35. Klik <i>peaks info</i>	45
Gambar 3.36. Mencari nilai intensitas maksimum dari excel XRD.....	46
Gambar 3.37. Masukan nilai 2-theta	46
Gambar 3.38. Mencari luasan area puncak	47
Gambar 3.39. Mencari nilai luasan area total.....	47

Gambar 3.40. Grafik nilai luasan total	48
Gambar 4.1 Hasil Uji XRD Keberadaan Senyawa Pada Sampel Variasi Temperatur Pemanasan 100°C.....	51
Gambar 4.2 Hasil Uji XRD Keberadaan Senyawa Pada Sampel Variasi Temperatur Pemanasan 120°C.....	52
Gambar 4.3 Hasil Uji XRD Keberadaan Senyawa Pada Sampel Variasi Temperatur Pemanasan 140°C.....	52
Gambar 4.4 Hasil XRD Variasi Temperatur Pemanasan 100°C.....	53
Gambar 4.5 Hasil XRD Variasi Temperatur Pemanasan 120°C.....	53
Gambar 4.6 Hasil XRD Variasi Temperatur Pemanasan 140°C.....	54
Gambar 4.7 Hasil Perhitungan Luas Area Titik Puncak Dengan Variasi Temperatur Pemanasan 100°C.....	55
Gambar 4.8 Grafik Luas Area Titik Puncak Dengan Variasi Temperatur Pemanasan 100°C.....	55
Gambar 4.9 Hasil Perhitungan Luas Area Total Dengan Variasi Temperatur Pemanasan 100°C.....	56
Gambar 4.10 Hasil Perhitungan Luas Area Titik Puncak Dengan Variasi Temperatur Pemanasan 120°C.....	56
Gambar 4.11 Grafik Luas Area Titik Puncak Dengan Variasi Temperatur Pemanasan 120°C.....	57
Gambar 4.12 Hasil Perhitungan Luas Area Total Dengan Variasi Temperatur Pemanasan 120°C.....	57
Gambar 4.13 Hasil Perhitungan Luas Area Titik Puncak Dengan Variasi Temperatur Pemanasan 140°C.....	58
Gambar 4.14 Grafik Luas Area Titik Puncak Dengan Variasi Temperatur Pemanasan 140°C.....	58
Gambar 4.15 Hasil Perhitungan Luas Area Total Dengan Variasi Temperatur Pemanasan 140°C.....	59
Gambar 4.16 Gambar SEM Hasil Presipitasi Dengan Variasi Temperatur Pemanasan (a) 100°C,(b) 120°C dan (c) 140°C	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Mutu Dengan Campuran <i>Nanosilica</i>	7
Tabel 2.2 Kandungan Kimia Kaolin.....	16
Tabel 2.3 Parameter Porositas Sampel	18
Tabel 2.4. Hasil Analisis Ukuran Partikel dengan Persamaan Scherrer	20
Tabel 2.5 Hasil Analisis XRF Pada Ilmenit	21
Tabel 2.6 Hasil Analisis Komponen SiO ₂ dan Al ₂ O ₃ Dan <i>Whiteness</i> Kaolin Mandor	24
Tabel 4.1 Hasil XRF Presipitasi Variasi Temperatur Pemanasan 100°C.....	49
Tabel 4.2 Hasil XRF Presipitasi Variasi Temperatur Pemanasan 120°C.....	50
Tabel 4.3 Hasil XRF Presipitasi Variasi Temperatur Pemanasan 140°C.....	50
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Ukuran Kristal Variasi emperatur Pemanasan 100°C.	60
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Ukuran Kristal Variasi emperatur Pemanasan 120°C	61
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Ukuran Kristal Variasi emperatur Pemanasan 140°C	61
Tabel 4.7 Perbandingan Nilai Kristalin, Atmorf dan Ukuran Kristal.....	62

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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. Hal ini mengacu pada bahan yang digunakan dalam semen yaitu nanosilika, nano-titania, nano-alumina dan tabung nano karbon. Beton adalah bahan bangunan buatan manusia yang sering menjadi bahan utama pada pembangunan gedung dan infrastruktur dengan bentang yang panjang. Dengan menambahkan suatu bahan ke dalam pembuatan beton dapat meningkatkan kualitas kekuatan dan daya tahan. Bahan yang sering dan tepat untuk metode tersebut yaitu partikel nanosilika.

Beton juga dapat digunakan sebagai pengganti semen. *Fly ash*, misalnya meningkatkan kekuatan beton dan mengurangi emisi CO₂ yang dihasilkan oleh proses produksi semen. Limbah ini berbentuk padat halus dan berada di atas permukaan pada saat pembakaran batu bara karena itu disebut sebagai abu terbang. Jumlah fly ash yang dihasilkan dari setiap ton produksi batu bara sekitar 15%-17% dan termasuk jumlah yang banyak untuk penghasilan limbah. Negara Indonesia sendiri dapat menghasilkan limbah ini sebesar satu juta ton pertahun dan seiring berjalannya waktu akan sangat sulit mendapatkan ruang untuk pembuangan serta pengolahannya (Sari dan Sundari, 2020). Potensi yang besar dari penghasilan fly ash mendorong banyaknya penelitian dapat memanfaatkan limbah ini menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat. Dalam pemanfaatannya, dikembangkan penelitian untuk mengubah fly ash menjadi bahan campuran pada beton.

Beton merupakan bahan konstruksi yang banyak digunakan pada bangunan struktur. Bisa dikatakan semua bangunan struktur menggunakan beton sebagai bahan konstruksi utama, contohnya gedung, bangunan air, transportasi dan jalan banyak lagi bangunan struktur lainnya. Material yang memiliki biaya paling tinggi di dalam beton adalah semen dikarenakan memiliki banyak proses yang harus dilakukan untuk membuatnya. Prosesnya sendiri dapat menghasilkan banyak permasalahan bagi lingkungan seperti produksi bahan bakar fosil yang berlebihan, deforestasi dan emisi

CO₂. Semen berkontribusi sebesar 7% dalam menghasilkan emisi gas rumah kaca dunia (Junaid et al., 2022).

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. Melihat perkembangan teknologi saat ini limbah kaolin bisa dimanfaatkan untuk campuran beton dalam bentuk nano yang akan diolah sehingga menghasilkan nanosilika yang berasal dari proses sintesis bahan dasar kaolin.

1.2 Rumusan Masalah

Menurut latar belakang yang telah diuraikan, adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian adalah bagaimana proses analisis sintesis nanosilika berbahan dasar limbah kaolin menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan serta bagaimana efek variasi temperature pemanasan terhadap kualitas nanosilika yang dihasilkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur pemanasan, serta mengetahui efek variasi temperatur pemanasan dan kualitas nanosilika yang dihasilkan.

1.4 Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini terdapat ruang lingkup yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Limbah Kaolin 100 gram lolos saringan berukuran 200 mesh.
2. Larutan HCl 5M.
3. Kaolin dan HCl 5 M yaitu perbandingan kaolin:HCl 1:10.
4. *Magnetic Stirrer* (Pengaduk Magnetik) sebagai alat pengaduk untuk proses sintesis dengan kecepatan 500 rpm selama 3 jam.
5. Variasi temperatur pemanasan yang digunakan dalam proses sintesis kaolin 100°C, 120°C dan 140°C.

6. Oven kapasitas suhu 100°C selama 24 jam sebagai alat untuk mengeringkan hasil aktivasi kaolin.
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 dari pengumpulan data dalam Tugas Akhir mengenai analisis sintesis nanosilika berbahan dasar limbah kaolin menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan menggunakan dua metode berupa :

1. Data Primer
Hasil data primer diperoleh langsung pada saat pengujian di laboratorium dan diskusi bersama dosen pembimbing.
2. Data Sekunder
Data terkait studi Pustaka dan Kajian Pustaka yang akan menjadi referensi ketika analisis dan pembahasan tersebut sebagai data sekunder. Data ini berfungsi sebagai tinjauan literatur untuk keperluan referensi penelitian yang akan dibahas.

1.6 Rencana Sistematika Penulisan

Ada lima bagian penyusun rencana sistem penulisan pada laporan tugas akhir analisis sintesis nanosilika berbahan dasar limbah kaolin menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperature pemanasan adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pendahuluan pada bab satu ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, metode pengumpulan data, ruang lingkup serta system dalam penulisan pada penelitian tersebut.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada tinjauan Pustaka berisi tinjauan penelitian terdahulu mencakup penjelasan teori literatur, serta penelitian terdahulu tentang proses analisis sintesis nanosilika berbasis limbah kaolin menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas material dan alat uji yang akan digunakan dalam tugas akhir, pelaksanaan tugas akhir bagaimana analisis sintesis nanosilika berbahan dasar limbah kaolin menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab hasil dan pembahasan berisi penjelasan terkait hasil dari setiap pengujian dan juga melakukan pembahasan terkait hasil yang telah didapat terkait pengujian terhadap analisis sintesis nanosilika berbahan dasar limbah kaolin menggunakan metode presipitasi dengan variasi temperatur pemanasan.

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini berisikan tentang penarikan terkait penelitian yang sudah dilaksanakan, kesimpulan dan saran dari penelitian tugas akhir agar dapat memperbaiki penelitian ini 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* (Vol. 300). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2021.102597>
- Adiatama, A. R., Susanti, R. F., Astuti, W., Petrus, H. T. B. M., & Wanta, K. C. (2022). Synthesis and Characteristic of Nanosilica From Geothermal Sludge: Effect of Surfactant. *Metalurgi*, 37(2), 73–86. <https://doi.org/10.14203/METALURGI.V37I2.637>
- A. Afzal Ariff, A. Supee, and M. Z. M. Yusop, “Influence of magnetic stirrer speed on the properties of chemical bath deposited FeSxOy thin films,” in *Materials Today: Proceedings*, Aug. 2023. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.08.260>.
- Awad et al., 2017 Kaolin in Pharmaceutical Preparations: A Review, Agustus-Desember 2021, 145-159 ISSN: 1693-8666 available at <http://journal.uii.ac.id/index.php/JIF>
- Agung Laksono1, Denie Chandra, Ratih Baniva, “Analisis Pengaruh Penggunaan Nano Silika Sebagai Substitusi Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Fc’ 25 MPa” *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 8 No. 1 April
- Borgonovo, Cecilia. (2010). Alumunium Nano- composites for Elevated Temperature Applications. Tesis Tidak Diterbitkan. USA: Material Science and Engineering. Worcester Polytechnic Institute. Worcester
- Buyondo, A. K., Kasedde, H., Kirabira, J. B., & Bongomin, O. (2024). Characterization and treatment effects on Mutaka kaolin for additive in coatings: Mineral composition, thermal and structural modifications. *Heliyon*, 10(1), e24238. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24238>
- Dewi Septiyana Sari, Susanti Sundari, (2020). Pemanfaatan Limbah Fly Ash dari Pembakaran Batubara pada Pembuatan Semen Pcc (Portland

- Composite Cement) di PT Semen Xyz Lampung. Fly ash;PCC (Portland Composite Cement); Raw materials; Technical Study; Waste.
- Duppa, A., Daud, A., & Bahar, B. (2020). Kualitas udara ambien di sekitar industri Semen Bosowa Kabupaten Maros. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Maritim*, 3(1).
- Ewi, R., Agusnar, H., Alfian, Z., & Tamrin. (2018). Characterization of Technical Kaolin Using XRF, SEM, XRD, FTIR and its Potentials As Industrial Raw Materials. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.
- Furqon, Muhammad Agung., Siti Nurjanah. 2016. Sintesis Zeolit Y Menggunakan Bahan Baku Metakaolin Dari Kaolin Belitung dalam Laporan Tugas Akhir. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- Gupta, V., Hampton, M. A., Stokes, J. R., Nguyen, A. V., & Miller, J. D. (2011). Particle Interactions in Kaolinite Suspensions and Corresponding Aggregate Structures. *Journal of Colloid and Interface Science*, 359(1), 95-103. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcis.2011.03.043>
- H. Dabukke, M. A. Primasyukra, N. Lasiyah, M. Andrike, and L. Gaol, “Analisis Kecepatan Putaran Hotplate Magnetic Stirrer Berbasis Arduino Uno,” *vool* 7, no. 1, 2023
- Hamzah, M. S., Wildan, M. W., Kusmono, K., & Suharyadi, E. (2022). Synthesis of Silica Nanoparticles from Silica Sand via Vibration Assisted Alkaline Solution Method. *International Journal of Engineering, Transactions A: Basics*, 35(7), 1300–1306. <https://doi.org/10.5829/ije.2022.35.07a.09>
- Jamaluddin, dkk. (2016). Analisis Kandungan Logam Oksida Menggunakan Metode Xrf (X-Ray Fluorescence). *Jurnal Geofisika FMIPA Universitas Hasanuddin*. Diakses Dari <http://repository.unhas.ac.id/handle/123456789/17783>.
- Junaid, M. F., Rehman, Z. ur, Kuruc, M., Medved', I., Bačinskas, D., Čurpek, J., Čekon, M., Ijaz, N., & Ansari, W. S. (2022). Lightweight concrete from a perspective of sustainable reuse of waste byproducts. In *Construction and Building Materials* (Vol. 319). Elsevier Ltd.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126061>

- Li, X., Peng, K., Chen, H., and Wang, Z. (2018). TiO₂ Nanoparticles Assembled on Kaolinites with Different Morphologies for Efficient Photocatalytic Performance. *Scientific Reports*, 8, 11663.
- Lu, L.H., Ryu K.S., & Liu, C. (2002). A Magnetic Microstirrer and Array for Microfluidic Mixing. *Journal of Microelectromechanical Systems*. 11(5), 462-469.
- Maryam Maryam, Rahmawati, Anwar Kasim, Novelina Novelina, Emriadi Emriadi. "Teknologi preparasi pati nanopartikel dan aplikasinya dalam pengembangan komposit bioplastic". *SAINTI: Majalah Ilmiah Teknologi Industri* 15 (2), 36-56, 2018.
- Mourdikoudis, S., Pallares, R., M., Thanh, N. T. K. (2018). Characterization Techniques for Nanoparticles: Comparison and Complementarity Upon Studying Nanoparticle Properties. *Nanoscale*, Vol 10. <https://doi.org/10.1039/c8nr02278j>
- Munasir, Triwikantoro, Zainuri, M., & Darminto. (2013). Perbandingan Massa Kalium Hidroksida Pada Ekstraksi SiO₂ Orde Nano Berbasis Bahan Alam Pasir Kuarsa. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Pendidikan VII UKSW*.
- 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>
- Nugroho, A.B. & Triono, L.B. (2006). *Sintesis Partikel Silika dengan Metode Spray Drying dari Sol Silika*. Institut Teknik Surabaya. Surabaya.
- Nurhadini, Asriza R. O., Ayu K, Anggraeni. (2019). Pengaruh Metode Aktivasi Kimia Terhadap Sifat Kaolin. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat*. Bangka.
- Nelly Wahyuni, Cita Cita, Titin Anita Z. (2012), " Analisis Whiteness Kaolin Asal Mandor Pada Variasi Temperatur Pemanasan" DOI:

<http://dx.doi.org/10.26418/positron.v2i2.2007>

- 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>
- Rahman, M.A., 2011. Rancang Bangun Hot Plate Stirrer Magnetic Terkendali Temperature, Depok: Universitas Indonesia.
- 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>
- Rizkita, N., Sari, D. N., Alfiana, A. F., Dea, T., & Rosalina, R. (n.d.). SINTESIS SILIKA DARI ABU TERBANG (Fly Ash) BATUBARA PT YTL PAITON SECARA BATCH Nadya. June 2024.
- Sanchez, F., & Sobolev, K. (2010). Nanotechnology in concrete—A review. *Construction and Building Materials*, 24(11), 2060–2071.
- Sunardi, Irawati, U., & Sybianti, N. R. (2012). Sintesis dan Karakterisasi Komposit Kaolin-TiO₂ sebagai Fotokatalis untuk Degradasi Zat Warna Rhodamine B. *Sains dan Terapan Kimia*, 6(2), 118–129.
- Sari, T. I. W., Muhsin & Wijayanti, H., 2016. Pengaruh Metode Aktivasi Pada Kemampuan Kaolin Sebagai Adsorben Besi (Fe) Air Sumur Garuda.
- Viseras, C., Aguzzi, C., Cerezo, P., & Lopez-Galindo, A. (2007). Uses of Clay Minerals in Semisolid Health Care and Therapeutic Products. *Applied Clay Science*, 36(1-3), 37-50. [doi:https://doi.org/10.1016/j.clay.2006.07.006](https://doi.org/10.1016/j.clay.2006.07.006)
- Vivek, D., Elango, K. S., Saravanakumar, R., Rafek, B. M., Ragavendra, P., Kaviarasan, S., & Raguram, E. (2020). Effect of nano-silica in high performance concrete. *Materials Today: Proceedings*, 37(Part 2), 1226–1229. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.06.431>.
- Varga, G. 2007. The Structures of Kaolinite and Metakaolinite. *Journal Of Silicate Based and Composite Materials*, 1 (59): 6-9.