

**SKRIPSI**  
**ANALISIS PERBANDINGAN KARAKTERISASI GUGUS  
FUNGSI PADA BETON GEOPOLIMER TIDAK DIBAKAR  
DAN DIBAKAR DENGAN SUHU 900°C DARI VARIASI  
KOMPOSISI FLY ASH DAN PERLITE MENGGUNAKAN ALAT  
FT IR**



*Mencerdaskan dan  
Memartabatkan Bangsa*

**Disusun Oleh:**  
**Noor Alamsyah Ubaed**  
**15118619034**

Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

**Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran**  
**Fakultas Teknik**  
**Universitas Negeri Jakarta**  
**2024**

## LEMBAR PENGESAHAN I

Judul : Analisis Perbandingan Karakterisasi Gugus Fungsi Pada Beton Geopolimer Tidak Dibakar dan Dibakar Dengan Suhu 900°C Dari Variasi Komposisi *Fly Ash* dan *Perlite* Menggunakan Alat FT IR

Penyusun : Noor Alamsyah Ubaed

NIM : 1518619034

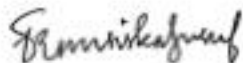
Pembimbing I : Fransisca Maria Farida, S.T., M.T.

Pembimbing II : Dr. Hanhan Dianhar, M.Si.

Tanggal Ujian : 3 Juli 2024

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Fransisca Maria Farida, S.T., M.T.

NIP. 197612212008122002

Pembimbing II



Dr Hanhan Dianhar, M.Si

NIP.199009292015041003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran



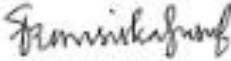
Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D

NIP. 1971022320060410

## LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : Analisis Perbandingan Karakterisasi Gugus Fungsi Pada Beton Geopolimer Tidak Dibakar dan Dibakar Dengan Suhu 900°C Dari Variasi Komposisi *Fly Ash* dan *Perlite* Menggunakan Alat FT IR  
Penyusun : Noor Alamsyah Ubaed  
NIM : 1518619034

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<b><u>Fransisca Maria Farida, S.T., M.T.</u></b> NIP. 197612212008122002 (Dosen Pembimbing I)		22/7 2024

<b><u>Dr Hanhan Dianhar, M.Si</u></b> NIP. 199009292015041003 (Dosen Pembimbing II)		22/7 2024
---	--	-----------

### PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<b><u>Catur Setyawan Kusumohadi, Ph.D.</u></b> NIP. 197102232006041001 (Ketua Penguji)		22/7 2024

<b><u>Dr. Eko Arif Syaefudin, S.T., M.T.</u></b> NIP. 198310132008121002 (Sekertaris)		15/7-24
---	--	---------

<b><u>Prof. Dr. Yusmaniar, M.Si</u></b> NIP. 196206261996022001 (Dosen Ahli)		18/7. 24
--	--	----------

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan  
Kebakaran Universitas Negeri Jakarta

  
**Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.**  
NIP. 197102232006041001

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Noor Alamsyah Ubaed

NIM : 1518619034

Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 10 Juli 1999

Alamat : Jl. Raya Tengah Gang Dana Warga RT.007/RW.008,  
Gedong, Pasar Rebo, Jakarta Timur.

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 23 Juli 2024

Yang membuat pernyataan



**Noor Alamsyah Ubaed**

NIM. 1518619014

# LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://lib.unj.ac.id)

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Noor Alamsyah Ubaed  
NIM : 1518619034  
Fakultas/Prodi : Rekayasa Keselamatan Kebakaran  
Alamat email : nooralamsyahubaed@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi

Tesis

yang berjudul :

ANALISIS PERBANDINGAN KARAKTERISASI BETON GEOPOLIMER TIDAK  
DIBAKAR DAN DIBAKAR DENGAN SUHU 900<sup>o</sup>C DARI VARIASI KOMPOSISI *FLY  
ASH* DAN *PERLITE* MENGGUNAKAN FT IR

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekshusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 23 Juli 2024

( Noor Alamsyah Ubaed )

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas karunia, rahmat dan keberkahan nikmat yang tiada habisnya maka penulis dapat menyelesaikan laporan akhir skripsi dengan judul **“Analisis Perbandingan Karakterisasi Gugus Fungsi Beton Geopolimer Tidak Terbakar dan Terbakar Dengan Suhu 900° C Dari Variasi Komposisi *Fly Ash* dan *Perlite* Menggunakan FT IR”**. Laporan skripsi ini dibuat untuk sebagai syarat kelulusan Sarjana Teknik di Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan laporan akhir skripsi penulis dibantu oleh beberapa pihak dan kalangan khususnya dari dosen pembimbing yang senantiasa memberi arahan dan masukan serta dukungan terhadap penyusunan laporan akhir skripsi. Oleh karena itu, saya juga ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua saya yang selalu senantiasa berdoa kepada tuhan yang maha kuasa agar saya dimudahkan dalam penyusunan laporan akhir skripsi saya.
2. Kakak saya yang selalu mensupport dalam penyusunan laporan akhir skripsi saya.
3. Ibu Fransisca Maria Farida, S.T., M.T selaku dosen pembimbing I saya yang senantiasa memberi arahan dan masukan terhadap laporan akhir skripsi saya. Material untuk pembuatan geopolimer, pembuatan beton geopolimer, pengujian komposisi bahan pembentuk beton geopolimer, dan pengujian properti mekanis beton geopolimer berasal dari dana penelitian FT UNJ tahun 2022 dan 2023 atas nama Ibu Fransisca Maria Farida, S.T., M.T
4. Bapak Hanhan Dianhar, M.Si selaku dosen pembimbing II saya yang memberisupport dan saran dalam penelitian skripsi saya.
5. Bapak Catur Setyawan Kusomohadi M.T Ph D, selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran.
6. Seluruh keluarga mahasiswa dan mahasiswi Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran.
7. Farizal dan Faisal selaku teman dalam penelitian skripsi saya.

8. Fadhil, Fathan, Reza, Usamah, Dafa selaku teman sekolah MAN 15 Jakarta saya. Terima kasih atas dukungan semangat dan doa.
9. Lembaga UPTD Plered Purwakarta yang telah membantu saya dalam melakukan uji bakar beton geopolimer.
10. LPPT UGM yang telah membantu saya dalam melakukan uji karakterisasi beton geopolimer.

Dalam penyusunan laporan akhir skripsi penulis menyadari masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu penulis sangat terbuka menerima kritik dan sarannya dan meminta maaf sebesar-besarnya, besar harapan penelitian skripsi ini dapat bermanfaat dan dijadikan referensi terhadap pembaca.

Jakarta, 2024



Noor Alamsyah Ubaed

NIM 1518619034

## ABSTRAK

**Noor Alamsyah Ubaed.** Fransisca Maria Farida, S.T., M.T dan Dr. Hanhan Dianhar, Msi. **Analisis Perbandingan Karakterisasi Gugus Fungsi Pada Beton Geopolimer Tidak Dibakar dan Dibakar Dengan Suhu 900° C Dari Variasi Komposisi *Fly Ash* dan *Perlite* Menggunakan Alat FT IR.** Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Sistem proteksi pasif adalah sistem yang dirancang untuk melindungi terhadap kebakaran dengan menggunakan bahan-bahan yang digunakan pada bangunan agar api tidak dapat membakar bangunan tersebut. Perkembangan teknologi sangat pesat khususnya dalam bidang rekayasa material, salah satu upaya yang dilakukan yaitu memanfaatkan bahan limbah sebagai alternatif pengganti campuran beton yang dapat menggantikan kandungan semen pada beton dan dapat dikatakan ramah lingkungan karena bahannya diambil dari bahan limbah industri. Bahan ini disebut beton geopolimer. Beton geopolimer merupakan jenis beton yang tidak menggunakan semen sama sekali pada campuran bahan penyusunnya. *Fly ash* dan *perlite* yang banyak dimanfaatkan dalam campuran komponen beton geopolimer. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nugraha.P, jika beton geopolimer dipanaskan hingga suhu 900°C maka sifat dan karakteristik beton geopolimer akan berubah secara signifikan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui komposisi beton geopolimer optimal dari variasi bahan *fly ash* dan *perlite* dengan persentase 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%. Metode pengujian dilakukan dengan 2 tahap yaitu uji bakar beton geopolimer pada suhu 900 Cselama 2 jam dan uji karakterisasi menggunakan FT IR. Hasil uji FT IR meliputi data grafik spektrum IR dan gugus fungsi. Gugus fungsi yang terdapat pada beton geopolimer adalah gugus -OH, Si-O-Si, Si-O-Al dan Al-O-Si. Hasil pembahasan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa komposisi fly ash 75% dan perlite 25% merupakan komposisi yang paling optimal.

**Kata Kunci:** Sistem Proteksi Pasif Kebakaran, Beton Geopolimer, Karakterisasi, Gugus Fungsi



## ABSTRACT

**Noor Alamsyah Ubaed.** Fransisca Maria Farida, S.T., M.T and Dr. Hanhan Dianhar, Msi. *Comparative Analysis of functional Group Characterization of Unburned and burned Geopolymer Concrete with a Temperature of 900° C From Varying Fly Ash and Perlite Compositions Using FT IR.* Fire Safety Engginering, Faculty of Engginerng, State University of Jakarta.

*Passive protection system is a system designed to protect against fire using materials used in buildings so that fire cannot burn down the building. Technological developments are very rapid, especially in the field of materials engineering, one of which is the efforts made, namely using waste materials as an alternative substitute for concrete mixes which can replace the cement content in concrete and can be said to be environmentally friendly because the materials are taken from waste industrial materials. This material is called geopolymer concrete. Geopolymer concrete is a type of concrete that does not use cement at all in the mixture that makes up the material. Fly ash and perlite which is highly utilized in the mixture of geopolymer concrete components. Based on research conducted by Nugraha.P, if geopolymer concrete is heated to a temperature of 900°C, the properties and characteristics of geopolymer concrete will change significantly. This research was conducted to determine the optimal composition of geopolymer concrete from variations of fly ash and perlite materials with percentages of 0%, 25%, 50% 75% and 100%. The test method was carried out in 2 stages, namely a geopolymer concrete burn test at a temperature of 900 C for 2 hours and a characterization test using FT IR. The results of the FT IR test included graphic data of IR spectra and functional groups. The functional groups found in geopolymer concrete are the -OH, Si-O-Si, Si-O-Al and Al-O-Si groups. The results of the discussion in this research can be concluded that the composition of fly ash 75% and perlite 25% is the most optimal composition.*

**Keywords:** *Passive protection system, Geopolymer concrete, Characterization, Functional Groups*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN I</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN II</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Rumusan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Landasan Teori .....	6
2.1.1. Beton.....	6
2.1.2. Beton Geopolimer.....	7
2.1.2.1 Keunggulan Beton Geopolimer .....	8
2.1.2.2 Kekurangan Beton Geopolimer.....	8
2.1.3. Komponen Penyusun Beton Geopolimer .....	8
2.1.3.1 Perlite .....	8
2.1.3.2 Fly ash.....	10
2.1.3.3 Larutan Natrium Hidroksida (NaOH) .....	13
2.1.3.4 Agregat Kasar .....	13
2.1.3.5 Agregat Halus.....	14
2.1.3.6 Larutan Natrium Silikat (Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> ) .....	15

2.1.3.7 Air .....	17
2.1.4 <i>Curing</i> Beton Geopolimer .....	17
2.1.5 FT IR (Fourier Transform Infrared).....	18
2.1.6 Uji Bakar Beton Geopolimer .....	20
2.2 Penelitian Relevan .....	23
2.3 Kerangka Teoritik.....	26
2.4 Hipotesis Penelitian .....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1. Tempat, Waktu, dan Subjek Penelitian .....	28
3.2. Populasi dan Sampel Penelitian.....	28
3.2.1 Populasi.....	28
3.2.2 Sampel Penelitian.....	28
3.3. Metode, Rancangan, dan Prosedur Penelitian .....	29
3.3.1 Metode Penelitian .....	29
3.3.2 Rancangan Penelitian.....	30
3.3.3 Prosedur Penelitian .....	31
3.4. Pengujian Beton Geopolimer .....	31
3.4.1 Uji Bakar Beton Geopolimer .....	31
3.4.2 Uji FT IR (Fourier Transform Infrared) .....	32
3.5. Instrumen Penelitian.....	33
3.5.1 Alat Penelitian.....	33
3.5.2 Bahan Penelitian .....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.1. Deskripsi Data .....	41
4.1.1 Karakteristik Beton Geopolimer .....	41
4.2. Persyaratan Pengujian Analisis .....	42
4.3. Analisis Hasil Pengujian FT IR .....	44
4.3.1. Komposisi Fly Ash 100 % dan Perlite 0 % .....	44
4.3.2. Komposisi Fly Ash 75 % dan Perlite 25 % .....	47
4.3.3. Komposisi <i>Fly ash</i> 50 % dan <i>Perlite</i> 50 % .....	49
4.3.4. Komposisi <i>Fly Ash</i> 25 % dan <i>Perlite</i> 75 % .....	52

4.3.5. Komposisi <i>Fly ash</i> 0 % dan <i>Perlite</i> 100 % .....	54
4.4 Pembahasan .....	56
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran.....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>63</b>
Lampiran 1. Komposisi Beton Geopolimer .....	63
Lampiran 2. Sertifikat LPPT UGM.....	65
Lampiran 3. Dokumentasi Pembuatan Beton Geopolimer.....	66
Lampiran 4. Dokumentasi Beton Geopolimer .....	68
Lampiran 5. Lembar Kerja FT IR .....	69
Lampiran 6. Olah Data Menggunakan Origin .....	73
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>76</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia Perlite Sumatera Barat .....	9
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Fly ash Pelabuhan Ratu .....	11
Tabel 2. 3 Komposisi Kimia Natrium Silikat.....	15
Tabel 2. 4 Gugus Fungsi Natrium Silikat.....	16
Tabel 2. 5 Gugus Fungsi Beton Geopolimer.....	20
Tabel 2. 6 Penelitian Relevan.....	23
Tabel 3. 1 Komposisi Beton Geopolimer Tidak Dibakar .....	28
Tabel 3. 2 Komposisi Beton Geopolimer Dibakar.....	29



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Polisialat .....	7
Gambar 2. 2 Spektra IR Perlite .....	10
Gambar 2. 3 Spektra IR Fly ash .....	12
Gambar 2. 4 Agregat Kasar .....	14
Gambar 2. 5 Spektra IR Natrium Silikat .....	16
Gambar 2. 6 FT IR ATR .....	18
Gambar 2. 7 Skema Kerja Alat FT IR .....	19
Gambar 2. 8 Spektra IR Beton Geopolimer .....	20
Gambar 2. 9 Skema Uji Bakar Beton Geopolimer .....	22
Gambar 2. 10 Kerangka Teoritik .....	26
Gambar3.1 Diagram Alir Penelitian .....	30
Gambar 3. 2 Beton Geopolimer .....	31
Gambar 3. 3 Uji Bakar Beton Geopolimer .....	32
Gambar 3. 4 Proses Scan Sampel Beton Geopolimer .....	33
Gambar 3. 5 Molen .....	33
Gambar 3. 6 Ember .....	34
Gambar 3. 7 Timbaangan Digital .....	34
Gambar 3. 8 FT IR .....	35
Gambar 3. 9 Bekisting .....	35
Gambar 3. 10 Kolam Curing Beton Geopolimer .....	35
Gambar 3. 11 Sarung Tangan .....	36
Gambar 3. 12 Marmer .....	36
Gambar 3. 13 Perlite .....	37
Gambar 3. 14 Fly ash .....	37
Gambar 3. 15 Larutan Natrium Silikat .....	38
Gambar 3. 16 Larutan NaOH .....	38
Gambar 3. 17 Agregat Kasar .....	39
Gambar 3. 18 Agregat Halus .....	39
Gambar 3. 19 Air .....	40
Gambar 3. 20 Oli .....	40

Gambar 4. 1 Spesimen Beton Geopolimer.....	41
Gambar 4. 2 Sampel Beton Geopolimer .....	42
Gambar 4. 3 Kalibrasi FT IR.....	43
Gambar 4. 4 Furnance .....	44
Gambar 4. 5 Komposisi 1 Beton Geopolimer.....	44
Gambar 4. 6 Komposisi 2 Beton Geopolimer.....	47
Gambar 4. 7 Komposisi 3 Beton Geopolimer.....	49
Gambar 4. 8 Komposisi 4 Beton Geopolimer.....	52
Gambar 4. 9 Komposisi 5 Beton Geopolimer.....	54



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Beton Geopolimer .....	63
Lampiran 2. Sertifikat LPPT UGM .....	65
Lampiran 3. Dokumentasi Pembuatan Beton Geopolimer .....	66
Lampiran 4. Dokumentasi Beton Geopolimer .....	68
Lampiran 5. Lembar Kerja FT IR .....	69
Lampiran 6. Olah Data Menggunakan Origin .....	73

