

SKRIPSI

**PENGARUH PROSES PEMBAKARAN TERHADAP GUGUS FUNGSI
DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER BERBASIS *FLY ASH* 75%
DENGAN VARIASI *SILICA FUME* DAN *PERLITE***



Intelligentia - Dignitas

Ariyan Fazari

1518620027

Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

PRODI REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

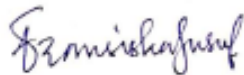
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Nama : Ariyan Fazari
NIM : 1518620027
Judul : Pengaruh Proses Pembakaran Terhadap Gugus Fungsi Dan Kuat
Tekan Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash 75% Dengan Variasi
Silica Fume Dan Perlite

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Fransisca Maria Farida, MT.

NIP. 197612212008122002



Dr. Hanhan Dianhar, M.Si

NIP. 199009292015041003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Universitas Negeri Jakarta



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

NIP. 197102232006041001

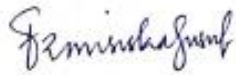
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Ariyan Fazari
NIM : 1518620027
Judul : Pengaruh Proses Pembakaran Terhadap Gugus Fungsi Dan Kuat
Tekan Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash 75% Dengan Variasi
Silica Fume Dan Perlite
Tanggal Ujian : Kamis/ 10 Juli 2025

Disetujui oleh :

Pembimbing I

Pembimbing II



Fransisca Maria Farida, MT.

NIP. 197612212008122002



Dr. Hanhan Dianhar, M.Si.

NIP. 199009292015041003

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi :

Ketua Penguji,

Sekretaris,

Dosen Ahli,



Pratomo Setvadi, S.T., MT.

NIP. 198102222006041001



Dr. Ir. Trivono, S.T., M.Eng.

NIP. 197508162009121001



Dr. Inram Basori, S.T., MT.

NIP. 197906072008121003

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 : Ariyan Fazari
NIM : 1518620027
Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 19-10-2001
Alamat : Jl. Bendungan Melayu RT.04/RW.001 Kecamatan
Koja, Jakarta Utara

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, 25 Juli 2025

Yang



Ariyan Fazari

NIM.1518620027

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: 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 : Ariyan Fazari
NIM : 1518620027
Fakultas/Prodi : Teknik/Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Alamat email : Ariyanfazari@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 ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PENGARUH PROSES PEMBAKARAN TERHADAP GUGUS FUNGSI DAN KUAT TEKAN
BETON GEOPOLIMER BERBASIS FLY ASH 75%DENGAN VARIASI SILICA FUME DAN
PERLITE

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif 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 28 Juli 2025

Pemulis

(Ariyan Fazari)
nama dan tanda tangan

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 ***“Pengaruh Proses Pembakaran Terhadap Gugus fungsi dan Kuat Tekan Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash 75% Dengan Variasi Silica Fume dan Perlite”***. Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu prasyarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam perjalanan penyelesaian skripsi ini, penulis menerima banyak bantuan, arahan, dan masukan berharga dari berbagai individu dan kelompok. Secara khusus, dukungan tak ternilai datang dari para dosen pembimbing yang senantiasa memberikan panduan serta kontribusi pemikiran dalam proses penyusunan karya akhir ini. Oleh sebab itu, dengan tulus penulis ingin menghaturkan terima kasih 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.
4. Bapak Hanhan Dianhar, M.Si selaku dosen pembimbing II saya yang memberi support 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. Siti, Abdul, Agung, Fikri (Ajo), Ehrlich, Dan Azhomi selaku teman dalam penelitian skripsi saya.
8. Lembaga UPTD Plered Purwakarta yang telah membantu saya dalam melakukan uji bakar beton geopolimer.

9. Laboratorium Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta 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 refrensi oleh pembaca.

Jakarta, 10 Juli 2025



Ariyan Fazari



ABSTRAK

Beton geopolimer merupakan Jenis beton yang tidak menggunakan semen portland sebagai bahan pengikat, melainkan menggunakan bahan seperti abu terbang (fly ash), perlite, atau bahan lain yang kaya silika dan alumina. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh uji bakar beton geopolimer terhadap gugus fungsi pada beton geopolimer dari variasi komposisi *fly ash*, *perlite* dan *silica fume* yang tidak terbakar dan terbakar menggunakan alat FT IR. Beton geopolimer disiapkan dengan variasi komposisi: 75% fly ash dan kombinasi perlite–silica fume masing-masing sebesar (5%-20%), (10%-15%), (15%-10%), (20%-5%), dan (25%-0%). Sampel diuji dalam dua kondisi, yaitu tanpa pembakaran dan setelah pembakaran pada suhu 900°C selama 2 jam. Karakterisasi gugus fungsi dilakukan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), sedangkan kuat tekan diuji untuk menilai sifat mekanik beton. Hasil FTIR menunjukkan bahwa proses pembakaran menyebabkan hilangnya gugus –OH dan HOH serta penurunan intensitas pada gugus Si-O-Si dan Si-O-Al, yang mengindikasikan perubahan struktur kimia beton geopolimer akibat suhu tinggi. Selain itu, kuat tekan mengalami variasi tergantung pada komposisi bahan, di mana penambahan silica fume dan perlite dapat mempengaruhi terhadap kuat tekan bakar maupun yang tidak bakar.

Kata Kunci: beton geopolimer, fly ash, silica fume, perlite, FTIR, pembakaran, kuat tekan.

ABSTRACT

Geopolymer concrete is a type of concrete that does not use portland cement as a binder, but uses materials such as fly ash, perlite, or other materials rich in silica and alumina. The purpose of this study was to determine the effect of geopolymer concrete burning test on functional groups in geopolymer concrete from variations in the composition of unburned and burned fly ash, perlite and silica fume using FTIR equipment. Geopolymer concrete was prepared with five composition variations: 75% fly ash and a combination of perlite-silica fume of (5%-20%), (10%-15%), (15%-10%), (20%-5%), and (25%-0%). The samples were tested under two conditions, namely without burning and after burning at a temperature of 900°C for 2 hours. Functional group characterization was carried out using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), while compressive strength was tested to assess the mechanical properties of the concrete. FTIR results show that the combustion process causes the loss of –OH and HOH groups and a decrease in the intensity of the Si-O-Si and Si-O-Al groups, which indicates changes in the chemical structure of geopolymer concrete due to high temperatures. In addition, the compressive strength varies depending on the composition of the material, where the addition of silica fume and perlite can affect the compressive strength of both burnt and unburnt.

Keywords: geopolymer concrete, fly ash, silica fume, perlite, FTIR, combustion, compressive strength

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI II	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Beton.....	5
2.1.2 Beton Geopolimer.....	6
2.1.2.1 Keunggulan Beton Geopolimer	6
2.1.2.2 Kekurangan Beton Geopolimer	7
2.1.3 Komponen Penyusun Beton Geopolimer	7
2.1.3.1 Silica fume	7
2.1.3.2 Perlite	10
2.1.3.3 Fly ash.....	13
2.1.3.4 Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)	16
2.1.3.5 Agregat Kasar	16
2.1.3.6 Agregat Halus	17
2.1.3.7 Larutan Natrium Silikat (Na_2SiO_3)	17
2.1.3.8 Air	18
2.1.4 Curing Beton Geopolimer.....	18

2.1.5 FT IR (Fourier Transform Infrared)	19
2.1.6 Uji Bakar Beton Geopolimer	21
2.1.7 Uji Tekan	22
2.2 Penelitian relevan	23
2.3 Kerangka Teoritik	26
2.4 Hipotesis penelitian	26
BAB III METODE PENELITIAN	27
3.1 Tempat, Waktu, dan Subjek Penelitian	27
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian	27
3.2.1 Populasi	27
3.2.2 Sampel Penelitian	27
3.3 Metode, Rancangan, dan Prosedur Penelitian	28
3.3.1 Metode Penelitian	28
3.3.2 Rancangan Penelitian	29
3.3.3 Prosedur Penelitian	30
3.3.3.1 Pembuatan Beton Geopolimer	30
3.4 Pengujian Beton Geopolimer	30
3.4.1 Uji Bakar Beton Geopolimer	30
3.4.2 Uji Tekan Beton Geopolimer	31
3.4.3 Uji FT IR (Fourier Transfom Infrared)	32
3.5 Instrumen Penelitian	33
3.5.1 Alat Penelitian	33
3.5.2 Bahan Penelitian	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Deskripsi Data	42
4.1.1 Karakteristik Beton Geopolimer	42
4.2 Analisis Hasil FTIR Pada Komponen Utama Penyusun	43
4.2.1 Fly Ash	43
4.2.2 Perlite	44
4.2.3 Silica Fume	45
4.3. Analisis Hasil FTIR Pada Sampel Beton Geopolimer	45
4.3.1 Komposisi 1 Fly Ash 75%: Perlite 5%: Silica fume 20%	46
4.3.2 Komposisi 2 Fly Ash 75%: Perlite 10%: Silica Fume 15%	47
4.3.3 Komposisi 3 Fly Ash 75%: Perlite 15%: Silica Fume 10%	49
4.3.4 Komposisi 4 Fly Ash 75%: Perlite 20%: Silica Fume 5%	51
4.3.5 Komposisi 5 Fly Ash 75%: Perlite 25%: Silica Fume 0%	53

4.4 Hasil Nilai Kuat Tekan Beton Geopolimer	55
4.5 Hasil Spektrum FTIR terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer	56
4.6 Pembahasan	60
4.6.1 Sampel 1 Komposisi: Fly Ash 75% : Perlite 5% : Silica Fume 20%. ...	60
4.6.2 Sampel 2 Komposisi: Fly Ash 75% : Perlite 10% : Silica Fume 15% .	60
4.6.3 Sampel 3 Komposisi: Fly Ash 75% : Perlite 15% : Silica Fume 10% .	61
4.6.4 Sampel 4 Komposisi: Fly Ash 75% : Perlite 20% : Silica Fume 5% ...	61
4.6.5 Sampel 5 Komposisi: Fly Ash 75% : Perlite 25% : Silica Fume 0% ...	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan.....	64
5.2 Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....	66
LAMPIRAN.....	70
Lampiran 1. Komposisi Beton Geopolimer	70
Lampiran 2. Dokumentasi Pembuatan Beton Geopolimer.....	70
Lampiran 3. Dokumentasi Beton Geopolimer	71
Lampiran 4. Dokumentasi Sampel Beton Geopolimer	71
Lampiran 5. Uji Tekan Beton geopolimer	72
Lampiran 6. Olah Data Menggunakan Origin.....	72
Lampiran 7. Hasil Olah Data Menggunakan Origin	73
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia Silica Fume Sumatera Barat:	8
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Perlite.....	11
Tabel 2. 3 Komposisi Kimia Fly ash Pelabuhan Ratu	14
Tabel 2. 4 Pita-Pita Vibrasi Karakteristik Beton Geopolimer	20
Tabel 2. 5 Beton Menurut Kuat Tekannya	22
Tabel 3. 1 Komposisi Beton Geopolimer.....	28
Tabel 3. 2 Komposisi Beton Geopolimer yang diuji FTIR.....	28
Tabel 4. 2 Tabel Kinerja Beton Geopolimer Pasca Pembakaran.....	57
Tabel 4. 3 Spektrum FTIR Beton Geopolimer Sebelum dan Sesudah Pembakaran.....	58



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Poli (sialate)[15].....	6
Gambar 2. 2 Spektra IR Silica Fume Pada Beton	9
Gambar 2. 3 Spektra IR Silica Fume	10
Gambar 2. 4 Spektra IR Perlite Pada Beton Geopolimer	12
Gambar 2. 5 Spektra IR Perlite	12
Gambar 2. 6 Spektra IR Fly ash dari Pasta Geopolime	15
Gambar 2. 7 Spektra IR Fly ash	15
Gambar 2. 8 Skema Kerja Instrumen FTIR	19
Gambar 2. 9 spektra grafik FT	21
Gambar 2. 10 kerangka teoritik	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3. 2 Beton Geopolimer.....	30
Gambar 3. 3 Uji kuat tekan beton geopolimer.....	31
Gambar 3. 4 Uji kuat tekan beton geopolimer.....	32
Gambar 3. 5 Proses Scan Sampel Beton Geopolimer.....	32
Gambar 3. 6 molen.....	33
Gambar 3. 7 Ember.....	34
Gambar 3. 8 Kolam Curing.....	34
Gambar 3. 9 Bekisting.....	35
Gambar 3. 10 Timbangan Digital.....	35
Gambar 3. 11 Sarung Tangan.....	36
Gambar 3. 12 Sekop Kecil.....	36
Gambar 3. 13 Larutan Natrium.....	37
Gambar 3. 14 Larutan NaOH.....	37
Gambar 3. 15 Pasir.....	38
Gambar 3. 16 Silica Fume.....	38
Gambar 3. 17 Fly Ash.....	39
Gambar 3. 18 Perlite.....	39
Gambar 3. 19 Air.....	40
Gambar 3. 20 Batu Split.....	40
Gambar 3. 21 Gambar Oli.....	41
Gambar 4. 1 Beton Geopolimer.....	42
Gambar 4. 2 Spektra Fly Ash.....	43
Gambar 4. 3 Spektra IR Perlite.....	44
Gambar 4. 4 Spektra IR Silica Fume.....	45
Gambar 4. 5 Spektra IR komposisi 1 beton geopolimer.....	46
Gambar 4. 6 Spektra IR komposisi 2 beton geopolimer.....	47
Gambar 4. 7 Spektra IR komposisi 3 beton geopolimer.....	49
Gambar 4. 8 Spektra IR komposisi 4 beton geopolimer.....	51
Gambar 4. 9 Spektra IR komposisi 5 beton geopolimer.....	53