

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *FLY ASH*, *PERLITE*, DAN
TAMBAHAN *POLYPROPYLENE FIBER* TERHADAP KUAT
TEKAN DAN GUGUS FUNGSI BETON GEOPOLIMER TIDAK
DIBAKAR DAN DIBAKAR PADA TEMPERATUR 900°C**



Intelligentia - Dignitas

AHMAD FIKRI SYAIFUL

1518620006

Disusun Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

**PROGRAM STUDI REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *FLY ASH*, *PERLITE*, DAN
TAMBAHAN *POLYPROPYLENE FIBER* TERHADAP KUAT
TEKAN DAN GUGUS FUNGSI BETON GEOPOLIMER
TIDAK DIBAKAR DAN DIBAKAR PADA TEMPERATUR
900°C

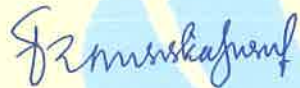
Penyusun : Ahmad Fikri Syaiful

NIM : 1518620006

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



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

NIP. 197612212008122002



Dr. Hanhan Dianhar, M.Si.

NIP. 199009292015041003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran

Universitas Negeri Jakarta



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

NIP. 197102232006041001

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *FLY ASH*, *PERLITE*, DAN TAMBAHAN *POLYPROPYLENE FIBER* TERHADAP KUAT TEKAN DAN GUGUS FUNGSI BETON GEOPOLIMER TIDAK DIBAKAR DAN DIBAKAR PADA TEMPERATUR 900°C

Penyusun : Ahmad Fikri Syaiful

NIM : 1518620006

Tanggal Ujian : 2 Oktober 2025

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



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

Dr. Hanhan Dianhar, M.Si.

NIP. 197612212008122002

NIP. 199009292015041003

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji,

Sekretaris,

Dosen Ahli,



Dr. Himawan Hadi Sutrisno, M.T.

Waradzi Mustakim, M.Pd.

Dr. Ir. Adrianus Pangaribuan, M.T., CFEI.

NIP. 198105052008121002

NIP. 199606292025061006

NIP. -

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 : Ahmad Fikri Syaiful

NIM : 1518620006

Tempat, tanggal lahir : Cimparuh, 09 September 2002

Alamat : Jl. Sisingamangaraja, Dusun Simp. Lahat, Desa Batang
Kabung, Kota Pariaman No. 232

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi dengan judul “**Pengaruh Variasi Komposisi *Fly Ash*, *Perlite*, dan Tambahan *Polypropylene Fiber* Terhadap Kuat Tekan dan Gugus Fungsi Beton Geopolimer Tidak Dibakar dan Dibakar Pada Temperatur 900°C**” merupakan karya ilmiah yang saya buat.
2. Karya tulis ini merupakan murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya dengan arahan Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II.
3. Karya tulis ilmiah ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasi orang lain, kecuali secara tertulis tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan pengarang.

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, 2 Oktober 2025

Yang membuat pernyataan,



Ahmad Fikri Syaiful

NIM. 1518620006



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN

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 : AHMAD FIKRI SYAIFUL
NIM : 1518620006
Fakultas/Prodi : TEKNIK / REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN
Alamat email : FIKRIAHMAD0390@GMAIL.COM

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

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI FLY ASH, PERLITE, DAN TAMBAHAN POLYPROPYLENE
FIBER TERHADAP KUAT TEKAN DAN GUGUS FUNGSI BETON GEOPOLIMER
TIDAK DIBAKAR DAN DIBAKAR PADA TEMPERATUR 900°C

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan 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, 17 OKTOBER 2025

Penulis

(AHMAD FIKRI SYAIFUL)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis. Shalawat serta salam yang senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, sehingga penulis dapat diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Variasi Komposisi *Fly Ash*, *Perlite*, dan tambahan *Polypropylene Fiber* Terhadap Kuat Tekan dan Gugus Fungsi Beton Geopolimer Tidak Dibakar dan Dibakar Pada Temperatur 900°C”** dapat diselesaikan pada waktunya. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan laporan skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, arahan, petunjuk dan saran dari berbagai pihak yang telah berkenan memberikan pengarahan serta membimbing penulis baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, Ayahanda Syaiful Azhar, Ibunda Mardiyah, Abang dan Kakak Nur Adni Ulfa, Ardiansyah, Asy'ari Arif, Hamdi Rahmat Syah Gani, Nadiyah Ulfa dan saudara-saudari yang senantiasa memberikan dukungan penuh serta doa agar penulis dimudahkan dalam penyusunan skripsi. Meskipun kini Papa telah berpulang ke Rahmatullah, kasih sayang dan doa Papa tetap menjadi kekuatan terbesar bagi penulis dalam menyelesaikan karya ini. Semoga amal ibadah Papa diterima di sisi Allah SWT dan diberikan tempat terbaik di surga-Nya.
2. Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M. T., Ph.D.
3. Ibu Fransisca Maria Farida, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing ke-I yang telah membimbing penulis dalam melakukan penelitian skripsi.
4. Bapak Dr. Hanhan Dianhar, M.Si., selaku dosen pembimbing ke-II yang telah membimbing penulis dalam melakukan penelitian skripsi.
5. Seluruh jajaran dosen Fakultas Teknik, khususnya dosen-dosen Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran.

6. Seluruh keluarga mahasiswa/i Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran.
7. Teman seperjuangan dalam proses penelitian skripsi yaitu Abdul Gani, Agung July Fachridan, Ariyan Fazari, Ehrlich Putra A, Muhammad Azhomi, Siti Robiah Adawiah, serta seluruh teman-teman Rekayasa Keselamatan Kebakaran angkatan 2020.
8. Lembaga UPTD Plered Purwakarta yang telah membantu saya dalam melakukan uji bakar beton geopolimer.
9. Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Jakarta yang telah membantu saya dalam melakukan uji karakterisasi beton geopolimer.
10. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta doa yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Dalam penelitian ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka dalam menerima kritik serta saran dan juga meminta maaf yang sebesar-besarnya.

Jakarta, 2 Oktober 2025



Ahmad Fikri Syaiful

NIM. 1518620006

ABSTRAK

Ahmad Fikri Syaiful, Fransisca Maria Farida, S.T., M.T. dan Dr. Hanhan Dianhar, M.Si. Pengaruh Variasi Komposisi *Fly Ash*, *Perlite*, dan Tambahan *Polypropylene Fiber* Terhadap Kuat Tekan dan Gugus Fungsi Beton Geopolimer Tidak Dibakar dan Dibakar Pada Temperatur 900°C. Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Sistem proteksi kebakaran pada bangunan gedung berfungsi untuk mencegah kerusakan maupun kerugian akibat kebakaran melalui pembatasan penyebaran api dan asap, serta memberikan waktu evakuasi bagi penghuni. Umumnya, bangunan di Indonesia menggunakan semen *portland* sebagai bahan utama beton. Namun, proses produksinya menghasilkan 5–7% emisi CO₂ yang berdampak pada pemanasan global. Oleh karena itu, diperlukan inovasi material ramah lingkungan sebagai alternatif pengganti semen *portland*. Penelitian ini memanfaatkan *fly ash* dan *perlite* sebagai bahan utama karena kandungan silika dan alumina yang tinggi, dengan tambahan *polypropylene fiber* untuk meningkatkan sifat mekanik beton geopolimer. Larutan aktitor yang digunakan berupa NaOH dan Na₂SiO₃. Variasi komposisi beton geopolimer dibuat dalam lima rasio campuran *fly ash* dan *perlite* dengan *polypropylene fiber* tetap. Setiap variasi diuji pada dua kondisi, yaitu tanpa pembakaran dan setelah pembakaran pada suhu 900°C selama 2 jam. Pengujian meliputi kuat tekan menggunakan *Compression Testing Machine* (CTM) dan karakterisasi gugus fungsi dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi 2 dengan rasio *fly ash* 75% dan *perlite* 25% ditambah *polypropylene fiber* menghasilkan sifat paling optimal dibandingkan variasi lainnya. Komposisi ini memiliki kuat tekan lebih baik serta struktur ikatan yang lebih stabil berdasarkan analisis FTIR, sehingga berpotensi menjadi alternatif material beton ramah lingkungan dengan ketahanan yang baik terhadap suhu tinggi.

Kata kunci: Beton Geopolimer, *Polypropylene Fiber*, Kuat Tekan, FTIR

ABSTRACT

Ahmad Fikri Syaiful, Fransisca Maria Farida, S.T., M.T. and Dr. Hanhan Dianhar, M. Si. *Effect of Fly Ash, Perlite, and Polypropylene Fiber Composition Variations on the Compressive Strength and Functional Group of Unburned and Burned Geopolymer Concrete at 900°C*. Fire Safety Engginering, Faculty of Engginerng, State University of Jakarta

The fire protection system in buildings functions to prevent damage and losses caused by fire by limiting the spread of flames and smoke, while also providing sufficient evacuation time for occupants. In Indonesia, Portland cement is commonly used as the main binder in concrete structures. However, its production generates 5–7% CO₂ emissions, contributing to global warming. Therefore, eco-friendly materials are needed as alternatives to Portland cement. This study utilized fly ash and perlite as the main materials due to their high silica and alumina content, with the addition of polypropylene fiber to improve the mechanical properties of geopolymer concrete. The alkaline activator solution consisted of NaOH and Na₂SiO₃. Five variations of fly ash–perlite mixtures with constant polypropylene fiber content were prepared. Each composition was tested under two conditions: without burning and after burning at 900°C for 2 hours. The tests included compressive strength measurement using a Compression Testing Machine (CTM) and functional group characterization using Fourier Transform Infrared (FTIR). The results indicated that composition 2, with 75% fly ash and 25% perlite combined with polypropylene fiber, produced the most optimal performance compared to other variations. This composition exhibited higher compressive strength and more stable bonding structure as confirmed by FTIR analysis, demonstrating its potential as an environmentally friendly alternative material for concrete with good resistance to high temperatures.

Keywords: Geopolymer Concrete, Polypropylene Fiber, Compressive Strength, FTIR

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN TEORI	7
2.1 Landasan Teori	7
2.1.1 Beton	7
2.1.2 Beton Geopolimer	7
2.1.2.1 Keunggulan Beton Geopolimer.....	8
2.1.2.2 Kekurangan Beton Geopolimer.....	9
2.1.3 Komponen Penyusun Beton Geopolimer.....	9
2.1.3.1 <i>Fly Ash</i>	9
2.1.3.2 <i>Perlite</i>	11
2.1.3.3 <i>Polypropylene Fiber</i>	13
2.1.3.4 Agregat Kasar.....	14
2.1.3.5 Agregat Halus.....	14
2.1.3.6 Larutan Natrium Silikat (Na_2SiO_3)	15
2.1.3.7 Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)	16

2.1.3.8 Air.....	17
2.1.4 <i>Curing</i> Beton Selama 28 Hari.....	17
2.1.5 <i>Fourier Tranform Infrared</i> (FTIR).....	18
2.1.6 Uji Bakar Beton Geopolimer	19
2.1.7 Uji Tekan.....	20
2.2 Penelitian yang Relevan.....	22
2.3 Kerangka Pemikiran.....	26
2.4 Hipotesis Penelitian.....	26
BAB III METODOLOGI 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.....	30
3.3.3 Prosedur Penelitian.....	31
3.3.3.1 Proses Pembuatan Beton Geopolimer.....	31
3.4 Pengujian Beton Geopolimer	32
3.4.1 Uji Bakar Beton Geopolimer	32
3.4.2 Uji Tekan Beton Geopolimer	33
3.4.3 Pengujian <i>Fourier Transfom Infrared</i> (FT-IR).....	34
3.5 Instrumen Penelitian.....	35
3.5.1 Alat Penelitian.....	36
3.5.2 Bahan Penelitian.....	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Deskripsi Data.....	45
4.1.1 Karakteristik Beton Geopolimer	45
4.2 Analisis Hasil FTIR Pada Komponen Utama Penyusun.....	46
4.2.1 <i>Fly Ash</i>	46
4.2.2 <i>Perlite</i>	47
4.3 Analisis Hasil FTIR Pada Sampel Beton Geopolimer	48
4.3.1 Komposisi 1	48
4.3.2 Komposisi 2	50

4.3.3 Komposisi 3	52
4.3.4 Komposisi 4	54
4.3.5 Komposisi 5	56
4.4 Hasil Nilai Kuat Tekan Beton Geopolimer	58
4.5 Hasil Spektrum FTIR terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer	60
4.6 Pembahasan.....	65
4.6.1 Sampel Komposisi 1	66
4.6.2 Sampel Komposisi 2	66
4.6.3 Sampel Komposisi 3	67
4.6.4 Sampel Komposisi 4	67
4.6.5 Sampel Komposisi 5	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	78
RIWAYAT HIDUP PENULIS	87



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> Pelabuhan Ratu.....	10
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia <i>Perlite</i> dari Sumatera Barat	11
Tabel 2. 3 Gradasi Saringan Ideal Agregat Halus ASTM C-33	15
Tabel 2. 4 Pita-Pita Karakteristik Beton Geopolimer	19
Tabel 2. 5 Beton Menurut Kuat Tekannya.....	20
Tabel 2. 6 Konversi mutu beton antara mutu K dengan mutu FC	21
Tabel 2. 7 Penelitian Relevan	22
Tabel 3. 1 Persentase Rasio Variasi Komposisi dan Jumlah Sampel Beton Geopolimer Tidak Dibakar.....	28
Tabel 3. 2 Persentase Rasio Variasi Komposisi dan Jumlah Sampel Beton Geopolimer Dibakar 900°C	28
Tabel 4. 1 Nilai Kuat Tekan Beton Geopolimer	58
Tabel 4. 2 Tabel Kinerja Beton Geopolimer Pasca Pembakaran	60
Tabel 4. 3 Spektrum FTIR Beton Geopolimer Sebelum dan Setelah Pembakaran	60
Tabel 4. 4 Selisih intensitas gugus fungsi pada sampel komposisi 1 - 5	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur <i>Polysialate</i>	8
Gambar 2. 2 Spektra IR <i>Fly Ash</i>	10
Gambar 2. 3 Spektra IR <i>Perlite</i>	12
Gambar 2. 4 Skema Kerja Instrumen FTIR.....	18
Gambar 2. 5 Kerangka Pemikiran	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3. 2 Beton Geopolimer.....	32
Gambar 3. 3 Tungku Bakar Beton.....	33
Gambar 3. 4 Uji kuat tekan beton geopolimer.....	34
Gambar 3. 5 Proses Scan Sampel Beton Geopolimer	35
Gambar 3. 6 Alat FTIR.....	35
Gambar 3. 7 Molen	36
Gambar 3. 8 Ember	36
Gambar 3. 9 Timbangan Digital	37
Gambar 3. 10 Kolam <i>Curing</i>	37
Gambar 3. 11 Sekop.....	38
Gambar 3. 12 <i>Bekisting</i>	38
Gambar 3. 13 Sarung Tangan	39
Gambar 3. 14 Masker	39
Gambar 3. 15 Gerinda	39
Gambar 3. 16 Alat FTIR	40
Gambar 3. 17 <i>Fly Ash</i>	40
Gambar 3. 18 <i>Perlite</i>	41
Gambar 3. 19 <i>Polypropylene Fiber</i>	41
Gambar 3. 20 Agregat Halus	42
Gambar 3. 21 Agregat Kasar	42
Gambar 3. 22 Air	43
Gambar 3. 23 Larutan Natrium Silikat	43
Gambar 3. 24 Larutan Natrium Hidroksida	44
Gambar 3. 25 Oli	44
Gambar 4. 1 Beton Geopolimer	45

Gambar 4. 2 Sampel Beton Geopolimer.....	46
Gambar 4. 3 Spektra <i>Fly Ash</i>	46
Gambar 4. 4 Grafik <i>Perlite</i>	47
Gambar 4. 5 Spektra IR komposisi 1 beton geopolimer.....	48
Gambar 4. 6 Spektra IR komposisi 2 beton geopolimer.....	50
Gambar 4. 7 Spektra IR komposisi 3 beton geopolimer.....	52
Gambar 4. 8 Spektra IR Komposisi 4 Beton Geopolimer	54
Gambar 4. 9 Spektra IR Komposisi 5 Beton Geopolimer	56
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Nilai Kuat Tekan Beton Geopolimer	58



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran. 1 Tabel Komposisi Beton Geopolimer.....	78
Lampiran. 2 Olah Data Menggunakan Aplikasi OriginPro.....	80
Lampiran. 3 Hasil Olah Data Menggunakan Aplikasi OriginPro	81
Lampiran. 4 Dokumentasi Pembuatan Beton Geopolimer.....	84
Lampiran. 5 Dokumentasi Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer	85
Lampiran. 6 Dokumentasi Pengujian <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	86

