

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *FLY ASH*, PERLITE DAN
SILICA FUME TERHADAP STRUKTUR MIKRO, POROSITAS
DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER TIDAK DIBAKAR
DAN DIBAKAR PADA TEMPERATUR 900°C**



Intelligentia - Dignitas

Oleh :

AGUNG JULY FACHRIDAN

1518620019

Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam

Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

PROGRAM STUDI REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *FLY ASH*, PERLITE DAN *SILICA FUME* TERHADAP STRUKTUR MIKRO, POROSITAS DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER TIDAK DIBAKAR DAN DIBAKAR PADA TEMPERATUR 900°C

Agung July Fachridan

Dosen Pembimbing : Fransisca Maria Farida, S.T., M.T. (1), Dr. Imam Basori, S.T., M.T. (2)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi komposisi *fly ash*, perlite dan *silica fume* terhadap struktur mikro, porositas dan kuat tekan beton geopolimer tidak dibakar dan dibakar pada temperatur 900°C. Penelitian ini dilakukan dengan variasi komposisi *fly ash* 75%, perlite 5-25%, dan *silica fume* 0-20%, serta dilakukan pengujian setelah *water curing* selama 28 hari. Metode penelitian meliputi pembuatan sampel beton geopolimer dengan komposisi yang telah ditentukan, karakterisasi struktur mikro, porositas dan kuat tekan. Selain itu, dilakukan uji bakar pada temperatur 900°C selama 2 jam untuk menganalisis perubahan struktur mikro, porositas dan kuat tekan setelah pemanasan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan perlite dalam variasi komposisi beton geopolimer berpengaruh terhadap peningkatan porositas, sedangkan penambahan *silica fume* membantu mengurangi porositas dengan mengisi rongga mikro dalam beton. Pengujian SEM mengungkapkan bahwa beton geopolimer yang tidak dibakar memiliki struktur yang lebih rapat dibandingkan dengan beton yang telah dibakar, yang mengalami peningkatan porositas akibat ekspansi termal. Pengujian kuat tekan menunjukkan bahwa variasi komposisi yang optimal dalam menghasilkan beton geopolimer dengan porositas rendah dan kekuatan yang baik adalah dengan penambahan *silica fume* sebesar 10-15%.

Kata Kunci: Beton Geopolimer, Struktur Mikro, Porositas, Kuat Tekan, *Fly Ash*, Perlite, *Silica Fume*

THE EFFECT OF VARIATIONS IN THE COMPOSITION OF FLY ASH, PERLITE AND SILICA FUME ON THE MICRO STRUCTURE, POROSITY AND COMPRESSIVE STRENGTH OF UNBURNED AND BURNED GEOPOLYMER CONCRETE AT A TEMPERATURE OF 900°C

Agung July Fachridan

Fransisca Maria Farida, S.T., M.T. (1), Dr. Imam Basori, S.T., M.T. (2)

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of variations in the composition of fly ash, perlite and silica fume on the microstructure, porosity and compressive strength of unburned and burned geopolymer concrete at a temperature of 900°C. This research was carried out with variations in the composition of 75% fly ash, 5-25% perlite, and 0-20% silica fume, and tests were carried out after water curing for 28 days. The research method includes making geopolymer concrete samples with a predetermined composition, characterizing the microstructure, porosity and compressive strength. In addition, a burn test was carried out at a temperature of 900°C for 2 hours to analyze changes in microstructure, porosity and compressive strength after heating. The research results show that increasing perlite in variations in geopolymer concrete composition has an effect on increasing porosity, while the addition of silica fume helps reduce porosity by filling micro voids in the concrete. SEM testing revealed that unfired geopolymer concrete had a denser structure compared to fired concrete, which experienced increased porosity due to thermal expansion. Compressive strength testing shows that the optimal composition variation in producing geopolymer concrete with low porosity and good strength is the addition of 10-15% silica fume.

Keywords: Geopolymer Concrete, Microstructure, Porosity, Compressive Strength, Fly Ash, Perlite, Silica Fume

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *FLY ASH*, PERLITE DAN *SILICA FUME* TERHADAP STRUKTUR MIKRO, POROSITAS DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER TIDAK DIBAKAR DAN DIBAKAR PADA TEMPERATUR 900°C

Penyusun : Agung July Fachridan

NIM : 1518620019

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



Fransisca Maria Farida, S.T., MT.
NIP. 197612212008122002

Pembimbing II,



Dr. Imam Basori, S.T., M.T.
NIP. 197906072008121003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran



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

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *FLY ASH*, PERLITE DAN *SILICA FUME* TERHADAP STRUKTUR MIKRO, POROSITAS DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER TIDAK DIBAKAR DAN DIBAKAR PADA TEMPERATUR 900°C

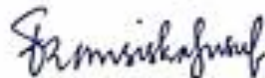
Penyusun : Agung July Fachridan

NIM : 1518620019

Tanggal Ujian : 10 Juli 2025

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



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

NIP. 197612212008122002

Pembimbing II,



Dr. Iman Basori, S.T., M.T.

NIP. 197906072008121003

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji,



Pratomo Setyadi, S.T., M.T.

NIP. 198102222006041001

Sekretaris Penguji,



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

NIP. 197508162009121001

Dosen Ahli Penguji,



Dr. Hanhan Dianhar, M.Si.

NIP. 199009292015041003

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran



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

NIP. 197102232006041001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Agung July Fachridan
NIM : 1518620019
Tempat, Tanggal lahir : Jakarta, 9 Juli 2001
Alamat : Jalan Lubang Buaya No.47 RT 001/ RW 09, Kelurahan
Lubang Buaya, Kecamatan Cipayung, 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, ..27 Juli...2025

Yang membuat pernyataan



Agung July Fachridan
NIM. 1518620019



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 : Agung July Fachridan
NIM : 1518620019
Fakultas/Prodi : Teknik/Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Alamat email : agungjulyf10@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 Variasi Komposisi Fly Ash, Perlite dan Silica Fume Terhadap Struktur Mikro, Porositas dan Kuat Tekan Beton Geopolimer Tidak Dibakar dan Dibakar Pada Temperatur 900°C

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, 27 Juli 2025

Penulis

(Agung July Fachridan)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi dengan judul “PENGARUH VARIASI KOMPOSISI *FLY ASH*, *PERLITE* DAN *SILICA FUME* TERHADAP STRUKTUR MIKRO, POROSITAS DAN KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER TIDAK DIBAKAR DAN DIBAKAR PADA TEMPERATUR 900°C”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana teknik pada Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta. Dalam penyusunan skripsi ini, peneliti mendapatkan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat menyelesaikannya dengan baik. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T, Ph.D. selaku Ketua Koordinator Prodi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Universitas Negeri Jakarta.
2. Ibu Fransisca Maria Farida, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan waktu, arahan, kritik, saran, dan dukungan dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Imam Basori, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing II yang banyak memberikan bimbingan, saran, waktu dan tenaga dalam membimbing serta memberikan ilmu pengetahuan yang dimiliki kepada peneliti.
4. Seluruh jajaran dosen Fakultas Teknik, khususnya dosen-dosen Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya.
5. Orang tua saya, Bapak Hamdani dan Ibu Ois Komariah, Kakak saya Iszhar Dani Rachman dan Shifa Nur Diani serta adik saya Gusnidar Rajab yang senantiasa memberikan dukungan dan do'a kepada saya dalam menjalani perkuliahan dan proses penyusunan skripsi.

6. Teman seperjuangan dalam pembuatan skripsi Abdul Gani, Ariyan Fazari, Muhammad Azhomi, Ahmad Fikri Syaiful, Ehrlich Putra, Siti Robiah Adawiah. Serta teman-teman seperjuangan Rekayasa Keselamatan Kebakaran angkatan 2020 yang selalu memberikan keceriaan.
7. Yang tercinta Diva Salsabila Ramadhani yang telah menjadi salah satu penyemangat, pendengar keluh kesah dalam penulisan skripsi, penasehat yang baik dan senantiasa memberikan cinta.
8. UPTD Plered Purwakarta yang membantu saya dalam pengujian uji bakar beton geopolimer.
9. Laboratorium Uji Material Besi Baja & Beton PT. Bintang Abestaton Mahesa yang membantu saya dalam melakukan uji kuat tekan beton geopolimer
10. Pemilik dan karyawan tempat pengujian *scanning electron microscope* yang senantiasa mengajarkan dan memberikan saya pengetahuan tentang *scanning electron microscope* serta membantu saya dalam melakukan pengujian untuk melihat luas permukaan porositas pada beton geopolimer.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa, dalam menyusun skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Hal ini dikarenakan keterbatasan dan kemampuan peneliti. Oleh karena itu, saran dan kritik dari berbagai pihak sangat peneliti harapkan

Jakarta, 27 Juli 2025

Penyusun,



Agung July Fachridan

NIM. 1518620019

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	I
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	II
LEMBAR PERNYATAAN	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 Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Perumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	6
BAB II KERANGKA TEORITIK.....	7
2.1 Landasan Teori.....	7
2.1.1. Beton	7
2.1.2. Beton Geopolimer	8
2.1.2.1. Keunggulan Beton Geopolimer.....	11
2.1.2.2. Kekurangan Beton Geopolimer.....	11
2.1.3 Komponen Penyusun Beton Geopolimer	11
2.1.3.1 Fly Ash	11
2.1.3.2 Perlite	13
2.1.3.3 <i>Silica Fume</i>	14
2.1.3.4 Agregat Kasar.....	16
2.1.3.5 Agregat Halus.....	17

2.1.3.6.	Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)	18
2.1.3.7.	Larutan Natrium Silikat (Na ₂ SiO ₃)	19
2.1.3.8.	Air	20
2.1.4.	<i>Curing</i> Beton Geopolimer	20
2.1.5.	<i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	21
2.1.6.	Uji Bakar Beton Geopolimer	24
2.1.7.	Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer	25
2.2	Penelitian yang Relevan	26
2.3	Kerangka Pemikiran	28
2.4	Hipotesis Penelitian	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		31
3.1	Tempat, Waktu dan Subjek Penelitian	31
3.2	Populasi dan Sampel Penelitian	31
3.2.1	Populasi Penelitian	31
3.2.2	Sampel Penelitian	32
3.3	Metode, Rancangan dan Prosedur Penelitian	32
3.3.1	Metode Penelitian	32
3.3.2	Rancangan Penelitian	33
3.3.3	Prosedur Penelitian	35
3.4	Instrumen Pengujian Beton Geopolimer	36
3.4.1.	Pengujian Bakar Beton	36
3.4.2.	Pengujian Kuat Tekan Beton	37
3.4.3.	Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM)-EDX	37
3.5	Analisis Data	39
3.5.1	Analisis Kualitatif	39
3.5.2	Analisis Kuantitatif	39
3.6	Instrumen Penelitian Beton Geopolimer	44
3.6.1	Alat Penelitian Beton Geopolimer	44
3.6.2	Bahan Penelitian Beton Geopolimer	49

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	54
4.1 Karakteristik Beton Geopolimer	54
4.2 Struktur Mikro Beton Geopolimer Pada Perbesaran x1000 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	56
4.3 Persentase Luas Permukaan Porositas Komposisi 1 Hingga Komposisi 5 Pada Beton Geopolimer Yang Tidak Dibakar dan Dibakar Menggunakan Aplikasi ImageJ	59
4.4 Perbandingan Hasil Persentase Luas Permukaan Porositas Komposisi 1 Hingga Komposisi 5 Pada Beton Geopolimer Yang Tidak Dibakar dan Dibakar Pada Temperatur 900°C	63
4.5 Hasil Kuat Tekan Beton Geopolimer Yang Tidak Dibakar dan Dibakar Pada Temperatur 900°C	66
4.6 Perbandingan Hasil Rata-Rata Kuat Tekan Komposisi 1 Hingga Komposisi 5 Pada Beton Geopolimer Yang Tidak Dibakar dan Dibakar.....	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	82
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	94