

SKRIPSI

**ANALISIS PERBANDINGAN KARAKTERISASI BETON GEOPOLIMER
BERBAHAN DASAR PERLITE DAN *FLY ASH* MENGGUNAKAN
*SURFACE AREA ANALYZER***



*Mencerdaskan dan
Memartabatkan Bangsa*

MOHAMAD FARIZAL FIKRI

1517618002

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 Beton Geopolimer
Berbahan Dasar Perlite dan *Fly ash* Menggunakan *Surface
Area Analyzer*

Penyusun : Mohamad Farizal Fikri

NIM : 1517618002

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

Pembimbing II : Prof. Dr. Yusmaniar, M.Si.

Tanggal Ujian : Rabu, 3 Juli 2024

Disetujui oleh:

Pembimbing I



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

NIP. 197612212008122002.

Pembimbing II



Prof. Dr. Yusmaniar, M.Si.

NIP. 196206261996022001.

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
Rekayasa Keselamatan Kebakaran




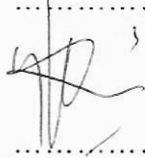
Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D

NIP. 1971022320060410




LEMBAR PENGESAHAN II

Judul : Analisis Perbandingan Karakterisasi Beton Geopolimer Berbahan Dasar Perlite dan *Fly ash* Menggunakan *Surface Area Analyzer*
Penyusun : Mohamad Farizal Fikri
NIM : 1517618002


Telah diperiksa dan disetujui oleh:

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Fransisca Maria Farida, S.T., M.T.</u> NIP. 197612212008122002. (Dosen Pembimbing I)		16/7 2024
<u>Prof. Dr. Yusmaniar, M.Si.</u> NIP. 196206261996022001. (Dosen Pembimbing II)		16/7 2024

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

<u>Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph.D.</u> NIP. 197102232006041001 (Ketua Penguji)		16/7 2024
<u>Dr. Himawan Hadi Sutrisno, M.T.</u> NIP. 198105052008121002 (Sekretaris Penguji)		11/7 2024
<u>Dr. Eko Arif Syaefudin, S.T., M.T.</u> NIP. 198310132008121002 (Dosen Ahli)		11/7 2024

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Universitas Negeri Jakarta


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

LEMBAR PENYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mohamad Farizal Fikri

No Registrasi : 1517618002

Tempat, tanggal lahir : Pernalang, 08 Januari 2000

Alamat : JL. Jati II No.44 RT.02 RW.05 Kelurahan Sungai Bambu
Kecamatan Tanjung Priok Jakarta Utara DKI Jakarta

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi dengan judul “Analisis Perbandingan Karakterisasi Beton Geopolimer Berbahan Dasar Perlite dan *Fly ash* Menggunakan *Surface Area Analyzer*” merupakan karya asli yang saya buat dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
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, 30 Juni 2024

Yang membuat pernyataan



Mohamad Farizal Fikri

NIM. 1517618002

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, akhirnya saya dapat menyelesaikan skripsi ini sebagaimana mestinya. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Rekayasa Keselamatan Kebakaran Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

Dalam Penyusunan dan Penyajian skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak memperoleh bimbingan dan masukan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih pada:

1. Allah Swt. karena berkat rahmat dan karunia-Nya hingga titik ini diberi kesehatan sehingga penulis dapat melaksanakan skripsi dengan baik.
2. Kedua Orang tua yang telah memberikan dukungan moral, semangat, berjuang, dan doa sehingga mendorong penulis menjadi pribadi yang lebih baik.
3. Kakak, dan adik tercinta beserta keluarga besar penulis yang selalu memberikan dorongan dan bantuan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
4. Bapak Catur Setyawan Kusumohadi, M.T, Ph.D Selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
5. Ibu Fransisca Maria Farida, S.T., M.T. Selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu membimbing, memberikan masukan serta saran dan telah meluangkan waktu kepada penulis sehingga penulisan penelitian tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan sebaik – baiknya.
6. Ibu Prof. Dr. Yusmaniar, M.Si. Selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah membimbing, memberikan masukan saran serta dan telah meluangkan waktu kepada penulis sehingga penulisan penelitian tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan sebaik - baiknya.
7. Para dosen beserta jajaran staf Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

8. Seluruh teman-teman Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran angkatan 2018 yang telah memberikan doa dan bantuan kepada penulis.
9. Sahabat selama masa perkuliahan Aliman Muslim, Fariz Muzfid, Richo J., Aldi S., Ria Angesti, Debby Candra, Maghvira Safitri, Milza Nur, Taupan Tristanto, Haris Abdullah, Ariq Haritz, Alfi Kurnia, Luthfiana Rahma, Alfian Noviantoro, Arda Giri, Aditia L., Ismail A., Daffathur Rachman, Faisal Rizki, Nouval B., Fahri R., Layla N., Alamsyah, Nouval Widiyanto, Filippo Yosafat, Farhan Naufal, Alfin Hidayatullah.
10. Mutmainah yang senantiasa selalu ada menemani dan membantu disaat kesulitan, suka, dan duka.
11. Sahabat penulis yang setia menemani masa-masa sulit penulis dari SMP hingga saat ini Ariq Althaf dan Reza Permana Putra. Tetaplah menjadi *Fans Manchester United* sahabatku untuk kita selalu bisa nonton bareng setiap *match* demi *match* yang akan datang “*Glory-glory Manchester United*”
12. Keluarga Besar Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran Universitas Negeri Jakarta
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan semuanya, atas bantuan dan perhatiannya baik secara langsung maupun tidak langsung untuk memperlancar penyelesaian skripsi.
14. Material untuk pembuatan beton geopolimer, pengujian komposisi bahan-bahan pembentuk beton geopolimer, dan pengujian properti mekanis beton geopolimer berasal dari dana penelitian FT UNJ tahun 2022 dan 2023 atas nama Fransisca Maria Farida.

Penulis menyadari akan banyak kekurangan dalam penyusunan penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun agar menjadi bahan perbaikan terhadap kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Penulis mengharapkan penulisan ini bermanfaat bagi diri penulis, program studi, dan masyarakat luas.

Jakarta, 30 Juni 2024

Mohamad Farizal Fikri

ABSTRAK

Mohamad Farizal Fikri, Fransisca Maria Farida, S.T., M.T., Prof. Dr. Yusmaniar, M.Si., 2024, ANALISIS PERBANDINGAN KARAKTERISASI BETON GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR PERLITE DAN *FLY ASH* MENGGUNAKAN *SURFACE AREA ANALYZER*, Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

Semen merupakan bahan utama membuat beton, yang menghasilkan gas CO₂ pada proses produksinya yang dapat mencemari lingkungan. Perlu dilakukan inovasi untuk membuat beton salah satunya adalah beton geopolimer. Beton geopolimer adalah beton alternatif yang tidak menggunakan semen sebagai bahan pengikat, sehingga dapat mengurangi polusi udara dan ramah lingkungan. Pada penelitian ini dilakukan inovasi dalam *mix design* campuran beton geopolimer berbahan dasar *fly ash* dengan penambahan perlite. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luas permukaan, volume pori, dan distribusi pori untuk membandingkan beton geopolimer berbahan dasar *fly ash* dan perlite ketika sebelum dan terpapar api pada suhu 900 °C selama 2 jam untuk mensimulasikan kejadian kebakaran nyata dengan melakukan pengujian menggunakan alat *Surface Area Analyzer*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan variasi *mix design fly ash* dan perlite 0% : 100%, 25% : 75%, 50% : 50%, 75% : 25%, dan 100% : 0%. Hasil pengujian *surface area analyzer* menunjukkan bahwa penambahan perlite pada beton geopolimer berbahan dasar *fly ash* mengalami pengurangan terhadap nilai luas permukaan, nilai volume pori, dan nilai ukuran distribusi pori terhadap beton geopolimer yang terbakar. Namun hasil pengujian *surface area analyzer* menunjukkan bahwa penambahan perlite pada beton geopolimer berbahan dasar *fly ash* mengalami penambahan pada nilai distribusi pori serta juga mengalami pengurangan pada nilai luas permukaan dan nilai volume pori terhadap beton geopolimer yang tidak dibakar.

Kata Kunci: Geopolimer, Perlite, Fly Ash, Surface Area Analyzer

ABSTRACT

Mohamad Farizal Fikri, Fransisca Maria Farida, S.T., M.T., Prof. Dr. Yusmaniar, M.Si., 2024, ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF GEOPOLIMER CONCRETE BASED ON PERLITE AND FLY ASH USING SURFACE AREA ANALYZER, Fire Safety Engineering, Faculty of Engineering, State University of Jakarta.

Cement is the main ingredient for making concrete, which produces CO₂ gas in the production process which can pollute the environment. It is necessary to make innovations to make concrete, one of which is geopolymer concrete. Geopolymer concrete is an alternative concrete that does not use cement as a binder, so it can reduce air pollution and is environmentally friendly. In this study, innovations were made in the mix design of fly ash-based geopolymer concrete mixtures with the addition of perlite. This study aims to determine the surface area, pore volume, and pore distribution to compare fly ash and perlite-based geopolymer concrete when before and exposed to fire at 900 °C for 2 hours to simulate real fire events by testing using a Surface Area Analyzer. This research uses experimental method with mix design variation of fly ash and perlite 0% : 100%, 25% : 75%, 50% : 50%, 75% : 25%, and 100% : 0%. The surface area analyzer test results show that the addition of perlite to fly ash-based geopolymer concrete will decrease the value of surface area, pore volume, and pore distribution in burned geopolymer concrete, but the addition of perlite to fly ash-based geopolymer concrete will increase the value of pore distribution and decrease the value of surface area and pore volume in unburned geopolymer concrete.

MOTTO

“Makin bertambah dewasa, makin kita sadar bahwa berdamai dengan diri sendiri itu perlu”

“Karena pada dasarnya bukan semesta yang keras, tapi kita yang harus kuat”

“Beberapa terwujud agar kita semakin syukur, beberapa ditunda agar kita terus berdoa”

“Berbahagialah selalu”

“Tertawalah dalam apapun semua masalahmu”

“Puncak komedi itu ketika seseorang bisa menertawakan diri sendiri, berdamai dengan segala kekurangannya atau dari segala masalah yang dihadapinya”



PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji dan syukur kusembahkan padaMu ya Allah, Tuhan yang maha tinggi dan agung. Berkat Rahmat dan karuniaMu diriku bisa menjadi pribadi yang mampu beriman, bersabar, berfikir, dan berilmu. Semoga keberhasilan ini menjadi langkah awalku dalam meraih cita-cita di masa yang akan datang.

Dengan ini ku persembahkan karya kecil ini teruntuk orang-orang tersayang dalam hidupku:

Terimakasih untuk Mama dan Bapak tercinta yang tak pernah kenal lelah untuk membesarkan ku dengan penuh kasih sayang, selalu memberi dukungan, motivasi, dan pengorbanan dalam semasa hidup ku. Doa yang tidak pernah putus engkau panjatkan dalam setiap langkah anakmu ini.

Terimakasih selanjutnya untuk kakak dan adik ku yang luar biasa di rumah yang selalu memberi dukungan, canda dan tawa dalam setiap kehangatan pada keluarga ini.

Serta sahabat-sahabatku, dan teman – teman Rekayasa Keselamatan Kebakaran Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan bantuan selama masa perkuliahanku.

Almamater kebanggaanku Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan wawasan, ilmu, dan mengajarkanku dalam berfikir dan bertindak secara ilmiah.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	ii
LEMBAR PENGESAHAN II	iii
LEMBAR PENYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
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 TEORI	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1. Beton.....	6
2.1.2. Beton Geopolimer.....	6
2.1.3. Perlite.....	10

2.1.4.	Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	12
2.1.5.	Larutan Alkali Aktivator	14
2.1.6.	Agregat Halus	14
2.1.7.	Agregat Kasar	14
2.1.8.	Air	15
2.1.9.	<i>Curing</i> /Perawatan Beton	15
2.1.10.	<i>Surface Area Analyzer</i> (SAA)	16
2.2	Uji Bakar Beton Geopolimer.....	18
2.3	Penelitian Terdahulu atau Penelitian yang Relevan	19
2.4	Kerangka Pemikiran.....	21
2.5	Hipotesis Penelitian	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		22
3.1.	Tempat, Waktu, dan Subjek Penelitian	22
3.2.	Populasi dan Sampel Penelitian	22
3.2.1.	Populasi	22
3.2.2.	Sampel	22
3.3.	Metode, Rancangan, dan Prosedur Penelitian	23
3.3.1.	Metode Penelitian	23
3.3.2.	Rancangan Penelitian.....	24
3.3.3.	Prosedur Penelitian	24
3.4.	Pengujian Beton Geopolimer	26
3.4.1.	Uji Bakar Beton Geopolimer.....	26
3.4.2.	Pengujian <i>Surface Area Analyzer</i>	27
3.5.	Instrumen Penelitian	28
3.4.1.	Alat Penelitian.....	28
3.4.2.	Bahan Penelitian	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		38

4.1	Deskripsi Data.....	38
4.2	Analisis Hasil Pengujian <i>Surface Area Analyzer</i>	40
4.2.1.	Analisis Luas Permukaan.....	40
4.2.2.	Analisis Volume Pori.....	42
4.2.1.	Analisis Distribusi Pori.....	44
BAB V KESIMPULAN		46
5.1	Simpulan.....	46
5.2	Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....		48
LAMPIRAN.....		53
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		77



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Pembentukan Material Geopolimer [17]	7
Gambar 2. 2 Proses Pembentukan Geopolimer [19].....	8
Gambar 2. 3 Terminologi Geopolimer [20]	9
Gambar 2. 4 Perlite	10
Gambar 2. 5 Diagram Alir Handling System [30]	12
Gambar 2. 6 Abu Terbang	13
Gambar 2. 7 Skema Uji Bakar Beton.....	19
Gambar 3. 1 Rancangan Penelitian	24
Gambar 3. 2 Proses <i>Curing</i> Beton Geopolimer	26
Gambar 3. 3 Uji Bakar Beton Geopolimer	27
Gambar 3. 4 Contoh Perbandingan Hasil <i>Surface Area Analyzer</i>	28
Gambar 3. 5 Mesin Molen Listrik.....	29
Gambar 3. 6 Silinder Beton	29
Gambar 3. 7 Timbangan Digital	30
Gambar 3. 8 Sekop.....	30
Gambar 3. 9 Kunci Pas Ukuran 14	31
Gambar 3. 10 Ulekan Marmer	31
Gambar 3. 11 Alat Uji SAA (<i>Surface Area Analyzer</i>).....	32
Gambar 3. 12 Sarung Tangan	32
Gambar 3. 13 Ember	33
Gambar 3. 14 Kolam <i>Curing</i> Beton	33
Gambar 3. 15 Perlite	34
Gambar 3. 16 <i>Fly ash</i>	34
Gambar 3. 17 Larutan Natrium Hidroksida	35
Gambar 3. 18 Larutan Natrium Silikat	35
Gambar 3. 19 Air	36
Gambar 3. 20 Agregat Kasar.....	36
Gambar 3. 21 Pasir.....	37
Gambar 3. 22 Oli.....	37
Gambar 4. 1 Sampel Beton Geopolimer	38

Gambar 4. 2 Pengujian <i>Surface Area Analyzer</i>	39
Gambar 4. 3 Grafik Hasil Pengujian SAA Luas Permukaan	40
Gambar 4. 4 Grafik Hasil Pengujian SAA Volume Pori	42
Gambar 4. 5 Grafik Hasil Pengujian SAA Distribusi Pori	44



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Hasil Analisis Perlite	11
Tabel 2. 2 Penelitian Terdahulu atau Penelitian yang Relevan	19
Tabel 3. 1 Rincian Komposisi Variasi Sampel	23
Tabel 4. 1 Massa Variasi Sampel Beton Geopolimer	38
Tabel 4. 2 Massa Variasi Sampel Beton Geopolimer Setelah <i>Degassing</i>	39



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	53
Lampiran 2. Jobsheet Pembuatan Beton Geopolimer.....	54
Lampiran 3. Instruksi Kerja Penggunaan Micrometrics ASAP 2020.....	59
Lampiran 4. Data Sampel Pengujian <i>Surface Area Analyzer</i>	65
Lampiran 5. Hasil Pengujian SAA Sampel 1 Tidak Terbakar.....	67
Lampiran 6. Hasil Pengujian SAA Sampel 1 Terbakar.....	68
Lampiran 7. Hasil Pengujian SAA Sampel 2 Tidak Terbakar.....	69
Lampiran 8. Hasil Pengujian SAA Sampel 2 Terbakar.....	70
Lampiran 9. Hasil Pengujian SAA Sampel 3 Tidak Terbakar.....	71
Lampiran 10. Hasil Pengujian SAA Sampel 3 Terbakar.....	72
Lampiran 11. Hasil Pengujian SAA Sampel 4 Tidak Terbakar.....	73
Lampiran 12. Hasil Pengujian SAA Sampel 4 Terbakar.....	74
Lampiran 13. Hasil Pengujian SAA Sampel 5 Tidak Terbakar.....	75
Lampiran 14. Hasil Pengujian SAA Sampel 5 Terbakar.....	76



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
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 : Mohamad Farizal Fikri
NIM : 1517618002
Fakultas/Prodi : Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Alamat email : therealzal08@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 :

Analisis Perbandingan Karakterisasi Beton Geopolimer Berbahan Dasar Perlite dan Fly Ash
Menggunakan Surface Area Analyzer

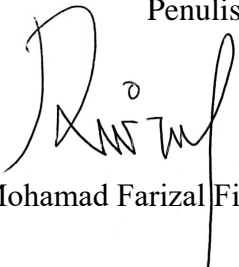
Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis 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, 23 Juli 2024

Penulis


(Mohamad Farizal Fikri)