

**PENGARUH KOMPOSISI 75% *FLY ASH* DENGAN PERUBAHAN
PERSENTASE *PERLITE* DAN *SILICA FUME* BETON GEOPOLIMER
TIDAK DIBAKAR DAN DIBAKAR PADA TEMPERATUR 900°C
TERHADAP KUAT TEKAN DAN KRISTALINITAS**



Intelligentia - Dignitas

SITI ROBI'AH ADAWIAH

1518620022

PROGRAM STUDI REKAYASA KESELAMATAN KEBAKARAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : Pengaruh Komposisi 75% *Fly Ash* dengan Perubahan Persentase *Perlite* dan *Silica Fume* Beton Geopolimer Tidak Dibakar dan Dibakar pada Temperatur 900°C terhadap Kuat Tekan dan Kristalinitas.

Penyusun : Siti Robi'ah Adawiah

NIM : 1518620022

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

Pembimbing II : Dr. Eko Arif Syaefudin, S.T., M.T.

Tanggal Ujian : 10 Juli 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



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

Dr. Eko Arif Syaefudin, S.T., M.T.

NIP.197612212008122002

NIP.198310132008121002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran



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

NIP. 197102232006041001

HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : Pengaruh Komposisi 75% *Fly Ash* dengan Perubahan Persentase *Perlite* dan *Silica Fume* Beton Geopolimer Tidak Dibakar dan Dibakar pada Temperatur 900°C terhadap Kuat Tekan dan Kristalinitas.

Penyusun : Siti Robi'ah Adawiah

NIM : 1518620022

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II




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

Dr. Eko Arif Syaefudin, S.T., M.T.

NIP.197612212008122002

NIP.198310132008121002

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Penguji,

Sekretaris,

Dosen Ahli,





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

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

Dr. Siska Titik Dwivati, M.T.

NIP.197508162009121001

NIP. 198102222006041001

NIP.197812122006042002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran



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

NIP. 197102232006041001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini 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 penulis dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidaksesuaian, 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, 10 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Siti Robi'ah Adawiah

NIM. 1518620022



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS 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 : Siti Robi'ah Adawiah
NIM : 1518620022
Fakultas/Prodi : Teknik / Rekayasa Keselamatan Kebakaran
Alamat email : sitirobiahunj@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 Komposisi 75% Fly Ash dengan Perubahan Persentase Pertite dan Silica Fume
Beton Geopolimer Tidak Dihakar dan Dihakar pada Temperatur 900°C Terhadap
Kuat Tekan dan Kristalinitas.

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, 10 Juli 2025

Penulis

(Siti Robi'ah Adawiah)
nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat yang melimpah dan kesehatan sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengaruh Komposisi 75% *Fly Ash* dengan Perubahan Persentase *Perlite* dan *Silica Fume* Beton Geopolimer Tidak Bakar dan Bakar pada Temperatur 900°C Terhadap Kristalinitas dan Kuat Tekan”**. Penelitian ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Selama proses penyusunan skripsi ini, peneliti menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan dan bimbingan yang sangat berharga. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Mamah Tati dan Alm Bapak Engkos tersayang yang telah menjadi motivasi, peneliti untuk selalu kuat dalam menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Dr. Catur Setyawan Kusumohadi, M.T., Ph. D. selaku Koordinator Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran yang telah memberikan saran dan motivasi selama menempuh Pendidikan sarjana.
3. Ibu Fransisca Maria Farida, S.T., MT. selaku dosen pembimbing I yang telah membantu, memberikan bimbingan dan juga motivasi kepada peneliti.
4. Bapak Dr. Eko Arif Syaefudin, ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang telah membantu, memberikan bimbingan dan juga motivasi kepada peneliti.
5. Bapak Dr. Riza Wirawan, M.T. yang telah membantu dalam proses pengujian alat *X-Ray Diffraction* di Laboratorium PPNN ITB.
6. Bapak Aan yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan saran selama menempuh Pendidikan Sarjana.
7. A Yuyu Wahyudin selaku kaka tersayang yang telah memberikan saran, ilmu dan pengalaman kepada peneliti sehingga penineliti bisa lebih bijak dalam mengambil keputusan.
8. Seluruh dosen Program Studi Rekayasa Keselamatan Kebakaran yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.

9. Seluruh kerabat dan sahabat yang telah memberikan dukungan dan motivasi, adik tersayang Siti Titin Fatimah, sahabat baik Rizka Yuliani, serta teman seperjuangan Abdul Gani, Agung July Fachridan, Ariyan Fazari, Ahmad Fikri Syaiful, Erlich Putra Agyayusanto, dan Muhamad Azhomi serta pihak lain yang terlibat dalam pembuatan skripsi ini.
10. Tak lupa, kepada diri saya sendiri. Siti Robi'ah Adawiah. Terima kasih sudah bertahan dan tetap memilih berusaha sampai saat ini. Terima kasih karena memutuskan untuk tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dan telah menyelesaikannya dengan maksimal. Ini merupakan pencapaian yang perlu dirayakan untuk diri sendiri. Setiap langkah yang ditempuh penuh dengan pembelajaran dan pengalaman berharga yang semakin menguatkan. Semoga segala usaha ini menjadi langkah awal untuk terus berkembang dan memberikan manfaat bagi banyak orang. Berbahagialah dimanapun berada, apapun lebih dan kurangmu mari rayakan diri sendiri.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi kontribusi yang berarti dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 10 Juli 2025

Siti Robi'ah Adawiah

NIM.1518620022

ABSTRAK

Tingginya kebutuhan akan material konstruksi yang tahan api dan ramah lingkungan mendorong pemanfaatan beton geopolimer sebagai alternatif beton konvensional. Beton geopolimer tidak menggunakan semen portland, melainkan memanfaatkan limbah industri seperti *fly ash*, *perlite*, dan *silica fume*, karena memiliki dampak yang berkelanjutan dan mampu bertahan terhadap temperatur tinggi (900°C). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi 75% *fly ash* dengan perubahan persentase *perlite* dan *silica fume* terhadap kuat tekan, kristalinitas, serta perubahan struktur senyawa utama dalam beton geopolimer, pada kondisi sebelum maupun sesudah dibakar pada suhu 900°C selama dua jam. Metode yang digunakan meliputi pengujian kuat tekan untuk menilai performa mekanik, serta uji *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui kristalinitas dan struktur kimia dari masing-masing komposisi.

Penelitian dilakukan terhadap lima variasi komposisi dengan total sepuluh sampel, yang sebelumnya direndam selama 28 hari. Hasil menunjukkan bahwa komposisi terbaik terdapat pada campuran 75% *fly ash* dan 25% *perlite* tanpa tambahan *silica fume* (Komposisi 5). Komposisi ini mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 1,44 MPa setelah dibakar, meskipun kristalinitasnya menurun sebesar 18,9%. Penurunan kristalinitas ini tidak mengurangi performa mekanik karena didukung oleh kestabilan struktur kimia, terutama peningkatan kandungan Al_2O_3 sebesar 20,9% dan hanya sedikit penurunan kadar SiO_2 (-12,1%). Sebaliknya, komposisi dengan *silica fume* atau rasio oksida yang tidak seimbang menunjukkan penurunan kuat tekan, meskipun kristalinitas meningkat. Hal ini menandakan bahwa kekuatan dan ketahanan api beton geopolimer lebih bergantung pada keseimbangan dan kestabilan senyawa kimia seperti SiO_2 dan Al_2O_3 , dibandingkan kristalinitas semata. Dengan demikian, penelitian ini menegaskan pentingnya pengaturan komposisi material dalam menghasilkan beton geopolimer yang optimal secara struktural dan fungsional sebagai material tahan api.

Kata Kunci: perlindungan api pasif, beton geopolimer, kristalinitas, kuat tekan, *X-Ray Diffraction*.

ABSTRACT

The high demand for fire-resistant and environmentally friendly construction materials encourages the use of geopolymer concrete as an alternative to conventional concrete. Geopolymer concrete does not use portland cement, but instead utilizes industrial waste such as fly ash, perlite, and silica fume, because it has a sustainable impact and is able to withstand high temperatures (900°C). This study aims to analyze the effect of variations in the composition of 75% fly ash with changes in the percentage of perlite and silica fume on compressive strength, crystallinity, and changes in the structure of the main compounds in geopolymer concrete, in conditions before and after being ignited at a temperature of 900°C for two hours. The methods used include compressive strength testing to assess mechanical performance, as well as X-Ray Diffraction (XRD) testing to determine the crystallinity and chemical structure of each composition.

The study was conducted on five composition variations with a total of ten samples, which were previously soaked for 28 days. The results showed that the best composition was a mixture of 75% fly ash and 25% perlite without the addition of silica fume (Composition 5). This composition experienced an increase in compressive strength of 1.44 MPa after being burned, although its crystallinity decreased by 18.9%. This decrease in crystallinity did not reduce mechanical performance because it was supported by the stability of the chemical structure, especially the increase in Al_2O_3 content by 20.9% and only a slight decrease in SiO_2 content (−12.1%). In contrast, the composition with silica fume or an unbalanced oxide ratio showed a decrease in compressive strength, although crystallinity increased. This indicates that the strength and fire resistance of geopolymer concrete depend more on the balance and stability of chemical compounds such as SiO_2 and Al_2O_3 , rather than crystallinity alone. Thus, this study emphasizes the importance of regulating the composition of materials in producing structurally and functionally optimal geopolymer concrete as a fire-resistant material.

Keywords: passive fire protection, geopolymer concrete, crystallinity, compressive strength, X-Ray Diffraction.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Perumusan Masalah	3
1.5 Tujuan Penulisan.....	4
1.6 Manfaat Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori.....	5
2.1.1 Beton	5
2.1.2 Beton Geopolimer	5
2.2 Material Penyusun Beton Geopolimer.....	7
2.2.1 Agregat Kasar.....	7
2.2.2 Agregat Halus.....	7
2.2.3 Fly Ash.....	8
2.2.4 Silica Fume.....	9
2.2.5 Perlite	10
2.2.6 Larutan Natrium Silikat (Na_2O_3).....	11

2.2.7	Larutan Natrium Hidroksida (NaOH)	11
2.2.8	Air	11
2.2.9	Curing Beton Geopolimer	12
2.3	Pengujian Beton Geopolimer	12
2.3.1	Pengujian Bakar Beton Geopolimer	12
2.3.2	Pengujian Tekan Beton Geopolimer	13
2.3.3	Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)	14
2.4	Penulisan yang Relevan	16
2.5	Kerangka Pemikiran.....	20
2.6	Hipotesis Penulisan.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		22
3.1	Tempat, Waktu dan Subjek Penelitian.....	22
3.1.1	Tempat Penelitian.....	22
3.1.2	Waktu Penelitian	22
3.1.3	Subjek Penelitian.....	22
3.2	Populasi dan Sampel Penelitian	22
3.2.1	Populasi.....	22
3.2.2	Sampel Penelitian.....	23
3.3	Metode, Rancangan dan Prosedur Penelitian.....	24
3.3.1	Metode Penelitian.....	24
3.3.2	Desain Komposisi Material.....	24
3.3.3	Rancangan Penelitian	26
3.3.4	Prosedur Pembuatan Beton Geopolimer	27
3.4	Pengujian Beton Geopolimer	28
3.4.1	Uji Bakar	28
3.4.2	Uji Tekan.....	29

3.4.3	Uji X-Ray Diffraction (XRD)	30
3.5	Analisis Data	31
3.5.1	Analisis X-Ray Diffratogram Menggunakan Aplikasi Match!	31
3.6	Instrumen Penelitian	34
3.6.1	Alat Penelitian	34
3.6.2	Bahan Penelitian	40
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1	Deskripsi Umum dan Pembahasan	45
4.2	Analisis Kinerja Mekanik dan Mikrostruktur Beton Geopolimer	45
4.2.1	Uji Bakar Beton Geopolimer	45
4.2.2	Uji Tekan Beton Geopolimer	47
4.2.3	Uji <i>X-Ray Diffraction</i> Beton Geopolimer	50
4.2.4	Analisis Hasil Pengujian Analisis <i>X-Ray Diffraction</i>	51
4.3	Evaluasi Komposisi Material Penyusun Terhadap Stabilitas Termal	52
4.3.1	Komposisi Bahan Dasar Fly Ash	52
4.3.2	Komposisi Bahan Dasar <i>Perlite</i>	53
4.3.3	Komposisi Bahan Dasar <i>Silica Fume</i>	55
4.3.4	Komposisi 1	56
4.3.5	Komposisi 2	61
4.3.6	Komposisi 3	66
4.3.7	Komposisi 4	70
4.3.8	Komposisi 5	75
4.3.9	Selisih Nilai Kristalinitas Tidak Bakar dan Bakar	81
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran	85

DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN.....	90
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	95



DAFTAR TABEL

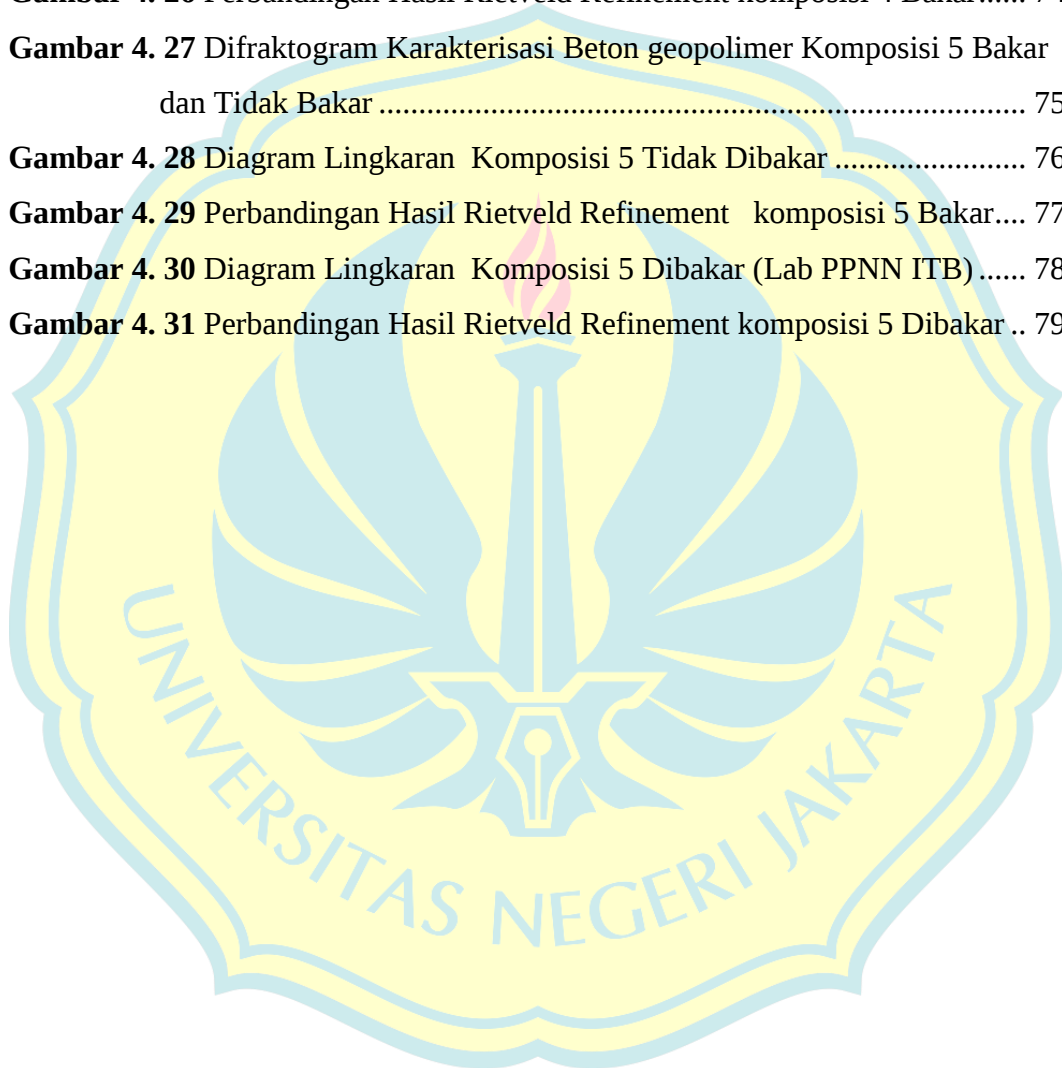
Tabel 2. 1 Komposisi Silica Fume (PT. BASF)	9
Tabel 2. 2 Komposisi Kimia Perlite	10
Tabel 2. 3 Hubungan Warna dan Kondisi Beton Terbakar	13
Tabel 2. 4 Penulisan yang Relevan	16
Tabel 3. 1 Perbandingan Persentase Komposisi Tidak Bakar dan Bakar Material Penyusun Beton Geopolimer.....	24
Tabel 3. 2 Komposisi Berat Material Penyusun Beton Gepolimer	25
Tabel 4. 1 Perbandingan Sampel Sebelum dan Sesudah Dibakar Pada Temperatur 900°C selama 2 jam (Dokumen Peneliti)	46
Tabel 4. 2 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Geopolimer	49
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian XRD Komposisi 100% Fly Ash.....	53
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian XRD Komposisi 100% Perlite	54
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian XRD Komposisi 100% Silica Fume	55
Tabel 4. 6 Perbandingan Selisih Persentase Struktur Material Komposisi 1	60
Tabel 4. 7 Perbandingan Selisih Persentase Struktur Material Komposisi 2	65
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian XRD Komposisi 3.....	69
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian XRD Komposisi 4.....	74
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian XRD Komposisi 5.....	79
Tabel 4. 11 Selisih Nilai Kristalinitas, Bakar dan Tidak Bakar	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Reaksi polimerisasi (Davidovits, 1994).....	2
Gambar 2. 1 Ukuran Benda Uji Kuat Tekan Beton Silinder	14
Gambar 2. 2 Kerangka Teori Pemikiran.....	20
Gambar 3. 1 Rancangan Penelitian Beton Geopolimer	26
Gambar 3. 2 Membuka Bekisting Beton Geopolimer yang Sudah Mengeras ...	28
Gambar 3. 3 Uji Bakar Beton Geopolimer	29
Gambar 3. 4 Gambar Uji Tekan Beton Geopolimer	30
Gambar 3. 5 Uji X-Ray Diffraction Beton Geopolimer	31
Gambar 3. 6 Menentukan Puncak-Puncak Difraktogram (dokumen peneliti)	31
Gambar 3. 7 Nilai FOM (dokumen peneliti)	32
Gambar 3. 8 Identifikasi Fasa pada Sampel Beton Geopolimer	33
Gambar 3. 9 Report File Identifikasi Fasa pada Sampel Beton Geopolimer	33
Gambar 3. 10 Sarung Tangan Safety.....	34
Gambar 3. 11 Sekop	34
Gambar 3. 12 Ember.....	35
Gambar 3. 13 Timbangan Digital	35
Gambar 3. 14 Molen.....	36
Gambar 3. 15 Bekisting Silinder ukuran 15x30 cm	36
Gambar 3. 16 Kunci Pas Ukuran 14.....	37
Gambar 3. 17 Gerinda	37
Gambar 3. 18 Bak Rendam Beton Geopolimer.....	38
Gambar 3. 19 Alat Uji Bakar.....	38
Gambar 3. 20 Alat Uji Tekan	39
Gambar 3. 21 Alat <i>X-Ray Diffraction</i>	39
Gambar 3. 22 <i>Fly Ash</i>	40
Gambar 3. 23 <i>Perlite</i>	40
Gambar 3. 24 <i>Silica Fume</i>	41
Gambar 3. 25 Larutan Natrium Hidroksida.....	41
Gambar 3. 26 Larutan Natrium Silikat	42
Gambar 3. 27 Air	42

Gambar 3. 28 Agregat Kasar	43
Gambar 3. 29 Agregat Halus	43
Gambar 3. 30 Oli	44
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Komposisi Tidak Dibakar dan Dibakar Terhadap Kuat Tekan	47
Gambar 4. 2 Sampel Beton geopolimer ukuran 1-2 cm	50
Gambar 4. 3 Area Kristalin dan Amorf	52
Gambar 4. 4 Difraktogram Karakterisasi Beton Geopolimer 100% <i>Fly Ash</i>	52
Gambar 4. 5 Difraktogram Karakterisasi Beton Geopolimer 100% <i>Perlite</i>	54
Gambar 4. 6 Difraktogram Karakterisasi Beton Geopolimer 100% <i>Silica Fume</i>	55
Gambar 4. 7 Difraktogram Perbandingan Karakterisasi Beton Geopolimer Komposisi 1 Tidak Dibakar dan Dibakar (Lab PPNN ITB)	56
Gambar 4. 8 Diagram Lingkaran Komposisi 1 Tidak Dibakar	57
Gambar 4. 9 Difraktogram Hasil Rietveld Refinement Komposisi 1 Tidak Dibakar	58
Gambar 4. 10 Diagram Lingkaran Komposisi 1 Dibakar	59
Gambar 4. 11 Difraktogram Hasil Rietveld Refinement Komposisi 1 Dibakar ..	60
Gambar 4. 12 Difraktogram Karakterisasi Beton geopolimer Komposisi 2 Tidak Dibakar dan Dibakar	61
Gambar 4. 13 Diagram Lingkaran Komposisi 2 Tidak Dibakar	62
Gambar 4. 14 Perbandingan Hasil Rietveld Refinement komposisi 2 Tidak Dibakar	63
Gambar 4. 15 Diagram Lingkaran Komposisi 2 Dibakar	64
Gambar 4. 16 Perbandingan Hasil Rietveld Refinement Komposisi 2 Dibakar)	65
Gambar 4. 17 Difraktogram Karakterisasi Beton Geopolimer Komposisi 3 Tidak Dibakar dan Dibakar	66
Gambar 4. 18 Diagram Lingkaran Komposisi 3 Tidak Dibakar	67
Gambar 4. 19 Perbandingan Hasil Rietveld Refinemen Komposisi 3 Tidak Dibakar	67
Gambar 4. 20 Diagram Lingkaran Komposisi 3 Bakar	68
Gambar 4. 21 Difraktogram Karakterisasi Beton Geopolimer Komposisi 3 Bakar	69

Gambar 4. 22 Difraktogram Karakterisasi Beton geopolimer Komposisi 4 Tidak Dibakar dan Dibakar	70
Gambar 4. 23 Diagram Lingkaran Komposisi 4 Tidak Bakar.....	71
Gambar 4. 24 Difraktogram Karakterisasi Beton geopolimer Komposisi 4 Tidak Dibakar	72
Gambar 4. 25 Diagram Lingkaran Komposisi 4 Bakar	73
Gambar 4. 26 Perbandingan Hasil Rietveld Refinement komposisi 4 Bakar.....	74
Gambar 4. 27 Difraktogram Karakterisasi Beton geopolimer Komposisi 5 Bakar dan Tidak Bakar	75
Gambar 4. 28 Diagram Lingkaran Komposisi 5 Tidak Dibakar	76
Gambar 4. 29 Perbandingan Hasil Rietveld Refinement komposisi 5 Bakar....	77
Gambar 4. 30 Diagram Lingkaran Komposisi 5 Dibakar (Lab PPNN ITB)	78
Gambar 4. 31 Perbandingan Hasil Rietveld Refinement komposisi 5 Dibakar ..	79



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Komposisi Beton geopolimer (Dalam Bentuk Persentase).....	90
Lampiran 2 Dokumentasi Pembuatan Beton Geopolimer.....	91
Lampiran 3 Uji Tekan Beton Geopolimer.....	92
Lampiran 4 Uji X-Ray Diffraction.....	93
Lampiran 5 Informasi Penggunaan Alat XRD	94

