

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA
DAN RASIO AKTIVATOR SODIUM SILIKAT-SODIUM HIDROKSIDA
TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER DENGAN
SILICA FUME SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

TUGAS AKHIR



**ARI IRIANTO AMBO
19041000005**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG
2023**

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA
DAN RASIO AKTIVATOR SODIUM SILIKAT-SODIUM HIDROKSIDA
TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER DENGAN
SILICA FUME SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana**



ARI IRIANTO AMBO

19041000005

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG**

2023

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Ari Irianto Ambo

Nim : 19041000005

Tanda Tangan :



Tanggal : 26 Oktober 2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA DAN
RASIO AKTIVATOR SODIUM SILIKAT-SODIUM HIDROKSIDA
TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER
DENGAN *SILICA FUME* SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

ARI IRIANTO AMBO

19041000005

Telah dipertahankan di Dewan Penguji

Pada Selasa, 22 Agustus 2023

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji I : Ir. Dionisius T. A. B., MT. (.....)

Dosen Penguji II : Ir. Nila Kurniawati, MT. (.....)

Dosen Saksi : Muh. Mahesa R., S.ST., MT. (.....)

Memeriksa dan menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Ir. Dionisius T. A. B., MT.)

(Dr. A.A. Gede N., M.Si.)

NIDN. 0711066501

NIDN. 0725126702

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu Persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik.

Malang, 26 Oktober 2023

Mengetahui,

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil**



(Ir. Rizki Prasetya, ST., MT., IPM)

NIDN. 0701108802

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida dan Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan *Silica Fume* Sebagai Pengganti Semen” ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Dengan setulus hati penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang sudah berpartisipasi dalam membantu dan mendukung secara penuh proses penyusunan Tugas Akhir ini. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapa, Mama, Bude, adik Abeng dan adik Rara sebagai yang terdepan dalam memberikan dukungan melalui doa dan materi selama penyusunan Tugas Akhir.
2. Bapak Ir. Rizki Prasetya, ST., MT, IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.
3. Bapak Zaid Dzulkarnain Zubizaretta, ST., MT. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.
4. Bapak Ir. Dionisius T. A. B, MT selaku dosen pembimbing I yang bersedia membimbing, memberi masukan serta saran sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
5. Bapak Dr. A. A. Gede N., Drs, Msi selaku dosen pembimbing II yang bersedia membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir
6. Teman kelompok penelitian Mortar Gopolimer Silica Fume (Aldian, Atik, dan Niken) atas kerja sama selama penelitian

Penulis menyadari dalam Tugas Akhir ini masih ada kesalahan dan kekurangan. Penulis berharap adanya saran dan kritik untuk menyempurnakan penyusunan Tugas Akhir ini agar dapat memberi manfaat bagi semua pihak.

Malang, Agustus 2023

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ari Irianto Ambo
Nim : 19041000005
Jenis Tugas Akhir : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Raight*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA DAN RASIO AKTIVATOR SODIUM SILIKAT-SODIUM HIDROKSIDA TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER DENGAN *SILICA FUME* SEBAGAI PENGGANTI SEMEN

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Proram Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Malang

Pada tanggal :

Yang Menyatakan



(Ari Irianto Ambo)

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA DAN
RASIO AKTIVATOR SODIUM SILIKAT-SODIUM HIDROKSIDA
TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER DENGAN
SILICA FUME SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

Ari Irianto Ambo

ABSTRAK

Mortar geopolimer merupakan mortar tanpa menggunakan semen portland sebagai bahan dasar, tetapi menggunakan bahan pozzolan berupa fly ash, silica fume, abu sekam padi dan bahan industri lainnya yang banyak mengandung unsur alumina (Al) dan silika (Si). Mortar geopolimer tidak diikat dengan air melainkan menggunakan aktivator yaitu sodium silikat (Na_2SiO_3) dan sodium hidroksida (NaOH) agar terbentuk ikatan polimerisasi. Untuk mengurangi kuantitas produksi semen, mortar geopolimer adalah solusi yang tepat dalam mengurangi karbon dioksida di udara. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator sodium hidroksida dan rasio aktivator sodium silikat-sodium hidroksida terhadap kuat tekan mortar geopolimer dengan silica fume sebagai pengganti semen.

Pada penelitian ini memakai mortar geopolimer berbentuk kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm sebanyak 27 buah dengan konsentrasi aktivator sodium hidroksida yang bervariasi yaitu 8M, 10M, 12M dan rasio sodium silikat-sodium hidroksida 1:1, 2:1 dan 3:1. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari menggunakan alat uji *Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar*. Pengujian berdasarkan ASTM C109 tentang *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars*.

Hasil tertinggi pengujian kuat tekan mortar geopolimer didapat sebesar 15,17 Mpa dengan penggunaan konsentrasi aktivator sodium hidroksida 10M pada rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan hasil terendah pengujian kuat tekan mortar geopolimer didapat 8,67 Mpa dengan penggunaan konsentrasi aktivator sodium hidroksida 12M pada rasio sodium silikat-sodium hidroksida 3:1.

Kata kunci : mortar geopolimer, *silica fume*, aktivator, sodium silikat, sodium hidroksida, kuat tekan

**EFFECT OF SODIUM HYDROXIDE ACTIVATOR CONCENTRATION
AND SODIUM SILICATE-SODIUM HYDROXIDE ACTIVATOR RATIO
ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF GEOPOLYMER MORTAR
WITH SILICA FUME AS CEMENT REPLACEMENT**

Ari Irianto Ambo

ABSTRACT

Geopolymer mortar is a mortar without using Portland cement as a base material, but using pozzolanic materials such as fly ash, silica fume, rice husk ash and other industrial materials that contain alumina (Al) and silica (Si). Geopolymer mortar is not bonded with water but uses activators, namely sodium silicate (Na_2SiO_3) and sodium hydroxide (NaOH) to form polymerization bonds. To reduce the quantity of cement production, geopolymer mortar is the right solution in reducing carbon dioxide in the air. The research aims to determine the effect of sodium hydroxide activator concentration and sodium silicate-sodium hydroxide activator ratio on the compressive strength of geopolymer mortar with silica fume as a substitute for cement.

In the study, 27 geopolymer mortar cubes of 5 cm x 5 cm x 5 cm were made with varying concentrations of sodium hydroxide activator, namely 8M, 10M, 12M and sodium silicate-sodium hydroxide ratios of 1:1, 2:1 and 3:1. Compressive strength testing was carried out at the age of 28 days using the Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar test equipment. Tests based on ASTM C109 on Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars.

The highest result of compressive strength testing of geopolymer mortar was obtained at 15.17 Mpa with the use of 10M sodium hydroxide activator concentration at a sodium silicate-sodium hydroxide ratio of 2:1 and the lowest result of compressive strength testing of geopolymer mortar was obtained at 8.67 Mpa with the use of 12M sodium hydroxide activator concentration at a sodium silicate-sodium hydroxide ratio of 3:1.

Keywords : *geopolymer mortar, silica fume, activator, sodium silicate, sodium hydroxide, compressive strength*

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Teknologi Mortar Geopolimer	6
2.2.1 Pengertian Mortar Geopolimer.....	6
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Mortar Geopolimer	7
2.2.3 Bahan Penyusun Mortar Geopolimer	7
2.3 Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer	12
2.4 Kuat Tekan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	14
3.1 Program Penelitian	14
3.2 Bahan dan Peralatan	15
3.2.1 Bahan.....	15
3.2.2 Peralatan	17
3.3 Benda Uji.....	20

3.3.1	Perencanaan Campuran Benda Uji Mortar Geopolimer.....	20
3.3.2	Detail Benda Uji Mortar Geopolimer.....	21
3.4	Tahap Pembuatan Benda Uji.....	23
3.4.1	Tahapan Persiapan.....	23
3.4.2	Tahap Pengujian Bahan Mortar Geopolimer.....	23
3.4.3	Tahap Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	24
3.5	Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	24
3.5.1	Tahap Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	24
3.5.2	Analisa Data	25
3.6	Diagram Alur Penelitian.....	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		27
4.1	Deskripsi Umum.....	27
4.2	Pengujian Material Penyusun Campuran Mortar Geopolimer	27
4.2.1	Pengujian Agregat Halus.....	28
4.3	Kebutuhan Campuran Mortar Geopolimer.....	28
4.3.1	Perhitungan Kebutuhan Per 1m ³ Material Mortar Geopolimer.....	28
4.3.2	Perhitungan Kebutuhan Material 1 Benda Uji Mortar Geopolimer	33
4.4	Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	37
4.5	Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer	40
4.5.1	Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1	42
4.5.2	Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1	43
4.5.3	Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1	45
4.6	Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Geopolimer	40
4.6.1	Kuat Tekan Rata-Rata Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida Sama Pada Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Berbeda di Setiap Populasi	46
4.6.2	Kuat Tekan Rata-Rata Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida Berbeda Pada Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Sama di Setiap Populasi	48
4.6.3	Sensitivitas Pengaruh Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida	

	dan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Terhadap	
	Peningkatan Kuat Tekan Mortar Geopolimer	49
4.7	Perbandingan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	50
4.8	Pembahasan Kuat Tekan Mortar Geopolimer	52
4.8.1	Pembahasan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Pada Konsentrasi	
	Aktivator Sodium Hidroksida Berbeda	52
4.8.2	Pembahasan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Pada Rasio	
	Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Berbeda	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		54
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran	55
DAFTAR PUSTAKA.....		56
LAMPIRAN		58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer	12
Gambar 2.2 Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer	12
Gambar 3.1 <i>Silica Fume</i>	15
Gambar 3.2 Agregat Halus	16
Gambar 3.3 Sodium Silikat	16
Gambar 3.4 Sodium Hidroksida	17
Gambar 3.5 Alat Uji Kuat Tekan Mortar	17
Gambar 3.6 Mortar Mixer	18
Gambar 3.7 Timbangan Digital	18
Gambar 3.8 Timbangan Triple Beam	18
Gambar 3.9 Wadah Plastik	19
Gambar 3.10 Trovel	19
Gambar 3.11 Besi Penumbuk	19
Gambar 3.12 Cetakan Mortar	20
Gambar 3.13 Sarung Tangan Latex	20
Gambar 3.14 Hasil Perencanaan Campuran Trial Mix Mortar	21
Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4.1 Material Penyusun Utama Mortar Geopolimer	38
Gambar 4.2 Menimbang Material Penyusun Mortar Geopolimer	38
Gambar 4.3 Cetakan dan Penumbuk Mortar Geopolimer	39
Gambar 4.4 Pencampuran <i>Silica Fume</i> dan Agregat Halus	39
Gambar 4.5 Penuangan Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida Serta Pengadukan Campuran	39
Gambar 4.6 Proses Memasukan dan Pematatan Campuran Mortar Geopolimer	40
Gambar 4.7 Kondisi Benda Uji Setelah Disimpan Selama 24 Jam	40
Gambar 4.8 Kondisi Pemeliharaan Mortar Geopolimer pada Umur 28 Hari	40
Gambar 4.9 Posisi Perletakan Benda Uji Mortar Geopolimer Pada CTM Sebelum dan Sesudah Ditekan	41
Gambar 4.10 Bentuk Keruntuhan Mortar Geopolimer Dengan <i>Silica Fume</i> Sebagai Pengganti Semen	41

Gambar 4.11 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Geopolimer dengan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1	43
Gambar 4.12 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Geopolimer dengan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1	44
Gambar 4.13 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Geopolimer dengan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1	45
Gambar 4.14 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Konsentrasi Aktivator Sodium Berbeda Pada Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Sama di Setiap Populasi	47
Gambar 4.15 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Konsentrasi Aktivator Sodium Sama Pada Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Berbeda di Setiap Populasi	48
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Presentase Konsentrasi Aktivator Sodium Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batas-Batas Gradasi Butir Agregat Halus	8
Tabel 2.2 Perbandingan Komposisi <i>Silica Fume</i> dan Semen.....	11
Tabel 3.1 Detail Benda Uji Mortar Geopolimer Silica Fume	22
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Material Agregat Halus.....	28
Tabel 4.2 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Untuk Per 1m ³ (Konsentrasi Aktivator Sodium 8M dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1) ..	31
Tabel 4.3 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Untuk Per 1m ³ (Konsentrasi Aktivator Sodium 10M dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1)	31
Tabel 4.4 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Untuk Per 1m ³ (Konsentrasi Aktivator Sodium 12M dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1)	31
Tabel 4.5 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Untuk Per 1m ³ (Konsentrasi Aktivator Sodium 8M dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1) ..	31
Tabel 4.6 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Untuk Per 1m ³ (Konsentrasi Aktivator Sodium 10M dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1)	32
Tabel 4.7 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Untuk Per 1m ³ (Konsentrasi Aktivator Sodium 12M dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1)	32
Tabel 4.8 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Untuk Per 1m ³ (Konsentrasi Aktivator Sodium 8M dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1) ..	32
Tabel 4.9 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Untuk Per 1m ³ (Konsentrasi Aktivator Sodium 10M dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1)	33
Tabel 4.10 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Untuk Per 1m ³ (Konsentrasi Aktivator Sodium 8M dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1)	33
Tabel 4.11 Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji Mortar Geopolimer Dengan Konsentrasi Aktivator Sodium 8M dan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1(Populasi I)	34
Tabel 4.12 Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji Mortar Geopolimer Dengan Konsentrasi Aktivator Sodium 10M dan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1(Populasi I)	34
Tabel 4.13 Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji Mortar Geopolimer Dengan Konsentrasi Aktivator Sodium 12M dan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1(Populasi I)	35

Tabel 4.14	Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji Mortar Geopolimer Dengan Konsentrasi Aktivator Sodium 8M dan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1(Populasi II).....	35
Tabel 4.15	Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji Mortar Geopolimer Dengan Konsentrasi Aktivator Sodium 10M dan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1(Populasi II).....	36
Tabel 4.16	Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji Mortar Geopolimer Dengan Konsentrasi Aktivator Sodium 12M dan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1(Populasi II).....	36
Tabel 4.17	Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji Mortar Geopolimer Dengan Konsentrasi Aktivator Sodium 8M dan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1(Populasi III).....	37
Tabel 4.18	Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji Mortar Geopolimer Dengan Konsentrasi Aktivator Sodium 10M dan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1(Populasi III).....	37
Tabel 4.19	Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji Mortar Geopolimer Dengan Konsentrasi Aktivator Sodium 12M dan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1(Populasi III).....	37
Tabel 4.20	Kuat Tekan Mortar Geopolimer Dengan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1	42
Tabel 4.21	Kuat Tekan Mortar Geopolimer Dengan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1	44
Tabel 4.22	Kuat Tekan Mortar Geopolimer Dengan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1	45
Tabel 4.23	Kuat Tekan Rata-Rata Konsentrasi Aktivator Sodium Sama Pada Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Berbeda di Setiap Populasi	46
Tabel 4.24	Kuat Tekan Rata-Rata Konsentrasi Aktivator Sodium Berbeda Pada Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Sama di Setiap Populasi	48
Tabel 4.25	Perbandingan Nilai Kuat Tekan Mortar Geopolimer Dengan Penelitian Terdahulu.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kebutuhan 1m^3 Mortar Geopolimer	58
Lampiran 2. Pengujian Pasir sebagai Agregat Halus	62
Lampiran 3. Analisa Saringan dan Grafik Lengkung Gradasi Agregat Halus	63
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian	64