

**PENGARUH KONSENTRASI DAN RASIO AKTIVATOR  
SODIUM HIDROKSIDA, RASIO *FLY ASH*-AKTIVATOR  
TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER YANG  
MEMAKAI *FLY ASH* SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

**TUGAS AKHIR**



**VENANSIUS BRAHI  
19041000033**

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

**PENGARUH KONSENTRASI DAN RASIO AKTIVATOR  
SODIUM HIDROKSIDA, RASIO *FLY ASH*-AKTIVATOR  
TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER YANG  
MEMAKAI *FLY ASH* SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

**TUGAS AKHIR**

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



**VENANSIUS BRAHI  
19041000033**

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

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Venansius Brahi

Nim : 19041000033

Tanda Tangan :



Tanggal : 6 November 2023

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH KONSENTRASI DAN RASIO AKTIVATOR SODIUM  
HIDROKSIDA, RASIO *FLY ASH*-AKTIVATOR TERHADAP KUAT  
TEKAN MORTAR GEOPOLIMER YANG MEMAKAI *FLY ASH*  
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

Dipersiapkan dan disusun oleh :  
**VENANSIUS BRAHI**  
**19041000033**

**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.)  
NIDN. 0711066501

(Dr. A.A. Gede N., M.Si.)  
NIDN. 0725126702

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

Malang, 6 November 2023

Mengetahui,

**Ketua Program Studi  
Teknik Sipil**



(Dr. Ninik Catur Endah Yulianti, ST., MT.)  
NIDN. 0004097002

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “Pengaruh Konsentrasi dan Rasio Aktivator Natrium Hidroksida, Rasio *Fly Ash*-Aktivator Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Yang Memakai *Fly Ash* Sebagai Pengganti Semen” sebagai salah satu syarat kelulusan bagi Strata-1 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan, karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang telah memberikan motivasi dan dukungan baik berupa doa dan materi, selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Ninik Catur Endah Yulianti, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.
3. Ibu Eko Indah Susanti, 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.

Penulis menyadari dalam Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga diharapkan kritik dan saran dari para pembaca guna menyempurnakan Tugas Akhir ini dan dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya dalam perkembangan ilmu dibidang Teknik Sipil.

Malang, 6 November 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 : Venansius Brahi  
Nim : 19041000033  
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 DAN RASIO AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA, RASIO *FLY ASH*-AKTIVATOR TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER YANG MEMAKAI *FLY ASH* 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 : 6 November 2023

Yang Menyatakan

  
(Venansius Brahi)

**PENGARUH KONSENTRASI DAN RASIO AKTIVATOR SODIUM  
HIDROKSIDA, RASIO *FLY ASH*-AKTIVATOR TERHADAP KUAT  
TEKAN MORTAR GEOPOLIMER YANG MEMAKAI *FLY ASH*  
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

Venansius Brahi

---

**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). Untuk mengurangi kuantitas produksi semen, mortar geopolimer adalah solusi yang tepat dalam mengurangi karbon dioksida di udara. Mortar geopolimer tidak diikat dengan air melainkan menggunakan aktivator yaitu sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan sodium hidroksida (NaOH) agar terbentuk ikatan polimerisasi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan rasio aktivator sodium hidroksida, rasio *fly ash*-aktivator terhadap kuat tekan mortar geopolimer yang memakai *fly ash* Sebagai pengganti semen

Pada penelitian ini memakai mortar geopolimer berbentuk kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm sebanyak 54 buah dengan konsentrasi aktivator sodium hidroksida yaitu 6M, 8M dan 10M, rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan 3:2, rasio fly ash-aktivator 70%:30%, 60%:40% dan 50%:50%. 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 Comprehensive Strength of Hydraulic Cement Mortars*.

Hasil tertinggi pengujian kuat tekan mortar geopolimer didapat sebesar 48,17 Mpa dengan penggunaan konsentrasi aktivator sodium hidroksida 8M, pada rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan rasio fly ash-aktivator 70%:30%. Hasil terendah pengujian kuat tekan mortar geopolimer didapat 13 Mpa dengan penggunaan konsentrasi aktivator sodium hidroksida 8M pada rasio sodium silikat-sodium hidroksida 3:2 dan rasio fly ash-aktivator 50%:50%.

**Kata kunci** : mortar geopolimer, *fly ash*, aktivator, sodium silikat, sodium hidroksida, kuat tekan

**EFFECT OF SODIUM HYDROXIDE ACTIVATOR CONCENTRATION  
AND RATIO, FLY ASH-ACTIVATOR RATIO ON THE COMPRESSIVE  
STRENGTH OF GEOPOLYMER MORTAR USING FLY ASH AS A  
SUBSTITUTE FOR CEMENT**

Venansius Brahi

---

**ABSTRACT**

*Geopolymer mortar is a mortar that does not use Portland cement as a base material, but uses pozzolanic materials in the form of fly ash, silica fume, rice husk ash and other industrial materials which contain lots of alumina (Al) and silica (Si). To reduce the quantity of cement production, geopolymer mortar is the right solution to reduce carbon dioxide in the air. Geopolymer mortar is not bound with water but uses activators, namely sodium silicate ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) and sodium hydroxide (NaOH) to form polymerization bonds. The research aims to determine the effect of concentration and ratio of sodium hydroxide activator, fly ash-activator ratio on the compressive strength of geopolymer mortar using fly ash as a cement substitute.*

*In this study, 54 pieces of geopolymer mortar were used in the form of cubes of 5 cm x 5 cm x 5 cm with varying concentrations of sodium hydroxide activator, namely 6M, 8M and 10M, sodium silicate-sodium hydroxide ratios of 2:1 and 3:2, fly ash ratios. -activator 70%:30%, 60%:40% and 50%:50%. The compressive strength test was carried out at the age of 28 days using a Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar tester. Testing based on ASTM C109 regarding Standard Test Method for Comprehensive Strength of Hydraulic Cement Mortars.*

*The highest yield of the geopolymer mortar compressive strength test was obtained at 48.17 MPa with the use of 8M sodium hydroxide activator concentration, at a sodium silicate-sodium hydroxide ratio of 2:1 and a fly ash-activator ratio of 70%:30%. The lowest result of geopolymer mortar compressive strength test was obtained 13 MPa with the use of 8M sodium hydroxide activator concentration at a sodium silicate-sodium hydroxide ratio of 3:2 and a fly ash-activator ratio of 50%:50%.*

**Keywords** : *geopolymer mortar, fly ash, activator, sodium silicate, sodium hydroxide, compressive strength*



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
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
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Teknologi Mortar Geopolimer .....	6
2.2.1. Pengertian Mortar Geopolimer .....	6
2.2.2. Sifat Mortar Geopolimer.....	7
2.2.3. Kelebihan dan Kekurangan Mortar Geopolimer.....	7
2.2.4. Cara Membuat Mortar Geopolimer.....	8
2.2.5. Bahan Penyusun Mortar Geopolimer.....	8
2.3. Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer .....	11

2.4. Kuat Tekan Mortar Geopolimer .....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>14</b>
3.1. Program Penelitian .....	14
3.2. Bahan dan Peralatan .....	15
3.2.1. Bahan .....	15
3.2.2. Peralatan.....	16
3.3. Benda uji.....	20
3.3.1. Perencanaan Campuran Benda Uji Mortar Geopolimer .....	20
3.3.2. Detail Benda Uji Mortar Geopolimer .....	20
3.4. Tahap Pembuatan Benda Uji .....	24
3.4.1. Tahap Persiapan .....	24
3.4.2. Tahap Pengujian Bahan Mortar Geopolimer .....	24
3.4.3. Tahap Pembuatan Bahan Mortar Geopolimer .....	24
3.5. Pengujian Kuat Tekan Mortar Gopolimer .....	25
3.5.1. Tahap Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer.....	25
3.5.2. Analisa Data.....	25
3.5.3. Diagram Alir Penelitian .....	27
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
4.1. Deskripsi Umum.....	28
4.2. Pengujian material mortar geopolimer .....	28
4.3. Kebutuhan Campuran Mortar Geopolimer.....	29
4.3.1. Perhitungan Kebutuhan Meterial Mortar Geopolimer .....	29
4.3.2. Kebutuhan Material per 1m <sup>3</sup> Mortar Geopolimer Untuk Populasi I.....	32
4.3.3. Kebutuhan Material per 1m <sup>3</sup> Mortar Untuk Populasi II .....	35

4.3.4. Perhitungan Kebutuhan Material untuk 1 Benda Uji Mortar Geopolimer.....	38
4.4. Pembuatan Benda Uji Mortar geopolimer.....	45
4.5. Pengujian kuat tekan mortar geopolimer.....	47
4.5.1. Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi I (Rasio Fly Ash-Aktivator 70%:30%, Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10 M).....	49
4.5.2. Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi I (Rasio Fly Ash-Aktivator 60%:40%, Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M, 10M).....	51
4.5.3. Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi I (Rasio Fly Ash-Aktivator 50%:50%, Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10M).....	53
4.5.4. Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi II (Rasio Fly Ash-Aktivator 70%:30%, Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10 M).....	54
4.5.5. Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi II (Rasio Fly Ash-Aktivator 60%:40%, Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10 M).....	55
4.5.6. Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi II (Rasio Fly Ash-Aktivator 50%:50%, Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10 M).....	57
4.5.7. Perbandingan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus antara Populasi I dan populasi II (Rasio Fly Ash-Aktivator 70%:30%,	

60%:40% dan 50%:50%, Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1 dan 3:2, Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10 M) .....	58
4.5.8. Sensitivitas pengaruh Kosentrasi Aktivator Sodium dan Rasio sodium Silikat-Sodium Hidroksida dan Rasio Fly ash-Aktivator Terhadap Peningkatan Kuat Tekan Mortar Geopolimer.....	62
4.6. Perbandingan Penelitian Dengan Penelitian Terdahulu .....	63
4.7. Pembahasan Hasil Penelitian.....	64
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>66</b>
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer .....	11
Gambar 2.2 Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer .....	12
Gambar 3.1 <i>fly ash</i> tipe C.....	15
Gambar 3.2 Pasir .....	15
Gambar 3.3 Sodium Silikat .....	16
Gambar 3.4 Sodium Hidroksida 8M dan 10M.....	16
Gambar 3.5 Alat Uji Kuat Tekan Mortar .....	17
Gambar 3.6 Timbangan Digital .....	17
Gambar 3.7 <i>Triple Beam</i> .....	17
Gambar 3.8 Wadah.....	18
Gambar 3.9 Kape .....	18
Gambar 3.10 Cetakan Mortar.....	18
Gambar 3.11 Besi Penumbuk.....	19
Gambar 3.12 Sarung Tangan.....	19
Gambar 3.13 Mortar <i>Mixer</i> .....	19
Gambar 3.14 Mortar Geopolimer Hasil Trial Mix Mortar.....	20
Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian. ....	27
Gambar 4.1 Material Penyusun Utama Material Mortar Geopolimer .....	45
Gambar 4.2 Menimbang Bahan Utama Penyusun Mortar Geopolimer .....	45
Gambar 4.3 Alat Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	46
Gambar 4.4 Menuangkan Material Pasir, Fly Ash, Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida Kedalam Wadah .....	46
Gambar 4.5 Mengaduk Campuran Material Pasir, Fly Ash dan Sodium Hingga Merata .....	46
Gambar 4.6 Proses Memasukan Serta Penumbukan.....	46
Gambar 4.7 Kondisi Benda Uji Setelah Disimpan Selama 24 jam.....	47
Gambar 4.8 Perawatan Benda Uji Selama 28 Hari .....	47
Gambar 4.9 Posisi Perletakan Benda Uji Mortar Geopolimer dan Setelah Dilakukan Uji Kuat Tekan pada CTM. ....	47
Gambar 4.10 Keruntuhan Mortar Geopolimer yang Menggunakan Fly Ash Sebagai Pengganti Semen,.....	49

Gambar 4.11 Nilai Kuat Tekan Rata Rata dengan Perbandingan Sodium Silikat - Sodium Hidoksida 2:1, Fly Ash-Aktivator sodium 70%:30% dan Konstrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10M. ....	51
Gambar 4.12 Nilai Kuat Tekan Rata Rata dengan Perbandingan Sodium Silikat - Sodium Hidoksida 2:1, Fly Ash-Aktivator sodium 60%:40% dan Konstrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10M .....	52
Gambar 4.13 Nilai Kuat Tekan Rata Rata dengan Perbandingan Sodium Silikat - Sodium Hidoksida 2:1, Fly Ash-Aktivator sodium 60%:40% dan Konstrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10M. ....	53
Gambar 4.14 Nilai Kuat Tekan Rata Rata dengan Perbandingan Sodium Silikat - Sodium Hidoksida 3:2, Fly Ash-Aktivator sodium 70%:30% dan Konstrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10M. ....	55
Gambar 4.15 Nilai Kuat Tekan Rata Rata dengan Perbandingan Sodium Silikat - Sodium Hidoksida 3:2, Fly Ash-Aktivator sodium 60%:40% dan Konstrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10M. ....	56
Gambar 4.16 Nilai Kuat Tekan Rata Rata dengan Perbandingan Sodium Silikat - Sodium Hidoksida 3:2, Fly Ash-Aktivator sodium 50%:50% dan Konstrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10M. ....	57
Gambar 4.17 Nilai Kuat Tekan Rata Rata dengan Perbandingan Sodium Silikat-Sodium Hidoksida 2:1 dan 3:2, Fly Ash-Aktivator sodium 70%:30%, 60%:40%, 50%:50% dan Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10M. ..	61
Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Presentase Kosentrasi Kosentrasi Aktivator Sodium, Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida dan Fly ash-Aktivator. ....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi <i>fly ash</i> .....	11
Tabel 3.1 Detail Benda Uji Mortar Geopolimer .....	21
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Material Agregat Halus .....	29
Tabel 4.2 Kebutuhan Mortar Geopolimer untuk 1m <sup>3</sup> Populasi I (Sodium Silikat Sodium Hidroksida 2:1, Rasio Fly Ash-Aktivator 70%:30% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M).....	33
Tabel 4.3 Kebutuhan Mortar Geopolimer untuk 1m <sup>3</sup> Populasi I (Sodium Silikat Sodium Hidroksida 2:1, Rasio Fly Ash-Aktivator 60%:40% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M).....	33
Tabel 4.4 Kebutuhan Mortar Geopolimer untuk 1m <sup>3</sup> Populasi I (Sodium Silikat Sodium Hidroksida 2:1, Rasio Fly Ash-Aktivator 50%:50% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M).....	33
Tabel 4.5 Kebutuhan Mortar Geopolimer untuk 1m <sup>3</sup> Populasi I (Sodium Silikat Sodium Hidroksida 2:1, Rasio Fly Ash-Aktivator 70%:30% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M).....	34
Tabel 4.6 Kebutuhan Mortar Geopolimer untuk 1m <sup>3</sup> Populasi I (Sodium Silikat Sodium Hidroksida 2:1, Rasio Fly Ash-Aktivator 60%:40% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M).....	34
Tabel 4.7 Kebutuhan Mortar Geopolimer untuk 1m <sup>3</sup> Populasi I (Sodium Silikat Sodium Hidroksida 2:1, Rasio Fly Ash-Aktivator 50%:50% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M).....	34
Tabel 4.8 Kebutuhan Mortar Geopolimer untuk 1m <sup>3</sup> Populasi I (Sodium Silikat Sodium Hidroksida 2:1, Rasio Fly Ash-Aktivator 70%:30% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M).....	34
Tabel 4.9 Kebutuhan Mortar Geopolimer untuk 1m <sup>3</sup> Populasi I (Sodium Silikat Sodium Hidroksida 2:1, Rasio Fly Ash-Aktivator 60%:40% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M).....	35
Tabel 4.10 Kebutuhan Mortar Geopolimer untuk 1m <sup>3</sup> Populasi I (Sodium Silikat Sodium Hidroksida 2:1, Rasio Fly Ash-Aktivator 50%:50% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M).....	35

Tabel 4.11	Kebutuhan Mortar Geopolimer Untuk $1\text{m}^3$ populasi II (Sodium Silikat-Sodium Sidoksida 3:2, Rasio Fly Ash-Aktivator 70%:30% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6 M).....	35
Tabel 4.12	Kebutuhan Mortar Geopolimer Untuk $1\text{m}^3$ populasi II (Sodium Silikat-Sodium Hidoksida 3:2, Rasio Fly Ash-Aktivator 70%:30% dan Sodium Hidroksida 8 M).....	36
Tabel 4.13	Kebutuhan Mortar Geopolimer Untuk $1\text{m}^3$ populasi II (Sodium Silikat-Sodium Sidoksida 3:2, Rasio Fly Ash-Aktivator 70%:30% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10 M).....	36
Tabel 4.14	Kebutuhan Mortar Geopolimer Untuk $1\text{m}^3$ populasi II (Sodium Silikat-Sodium Sidoksida 3:2, Rasio Fly Ash-Aktivator 60%:40% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6 M).....	36
Tabel 4.15	Kebutuhan Mortar Geopolimer Untuk $1\text{m}^3$ populasi II (Sodium Silikat-Sodium Sidoksida 3:2, Rasio Fly Ash-Aktivator 60%:40% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8 M).....	37
Tabel 4.16	Kebutuhan Mortar Geopolimer Untuk $1\text{m}^3$ populasi II (Sodium Silikat-Sodium Sidoksida 3:2, Rasio Fly Ash-Aktivator 60%:40% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10 M).....	37
Tabel 4.17	Kebutuhan Mortar Geopolimer Untuk $1\text{m}^3$ populasi II (Sodium Silikat-Sodium Sidoksida 3:2, Rasio Fly Ash-Aktivator 50%:50% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6 M).....	37
Tabel 4.18	Kebutuhan Mortar Geopolimer Untuk $1\text{m}^3$ populasi II (Sodium Silikat-Sodium Sidoksida 3:2, Rasio Fly Ash-Aktivator 50%:50% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8 M).....	37
Tabel 4.19	Kebutuhan Mortar Geopolimer Untuk $1\text{m}^3$ populasi II (Sodium Silikat-Sodium Sidoksida 3:2, Rasio Fly Ash-Aktivator 50%:50% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10 M).....	38
Tabel 4.20	Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi I (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 70%:30%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M).....	38



Tabel 4.21 Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi I (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 70%:30%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M).....	39
Tabel 4.22 Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi I (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 70%:30%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M).....	39
Tabel 4.23 Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi I (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 60%:40%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M).....	39
Tabel 4.24 Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi I (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 60%:40%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M).....	40
Tabel 4.25 Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi I (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 60%:40%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M).....	40
Tabel 4.26 Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi I (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 50%:50%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M).....	40
Tabel 4.27 Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi I (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 50%:50%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M).....	41
Tabel 4.28 Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi I (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 50%:50%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M).....	41
Tabel 4.29 Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi II (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 70%:30%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M).....	42
Tabel 4.30 Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi II (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 70%:30%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M).....	42

Tabel 4.31	Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi II (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 70%:30%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M).....	42
Tabel 4.32	Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi II (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 60%:40%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M).....	43
Tabel 4.33	Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi II (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 60%:40%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M).....	43
Tabel 4.34	Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi II (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 60%:40%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M).....	43
Tabel 4.35	Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi II (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 50%:50%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M).....	44
Tabel 4.36	Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi II (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 50%:50%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M).....	44
Tabel 4.37	Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi II (Variasi Rasio fly ash-Aktivator 50%:50%, Rasio sodium silikat-sodium hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M).....	44
Tabel 4.38	Hasil uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi I (Variasi Rasio Fly Ash-Aktivator 70%:30%, Rasio Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M,8M, 10M).....	50
Tabel 4.39	Hasil uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi I (Variasi Rasio Fly Ash-Aktivator 60%:40%, Rasio Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M,8M,10M).....	52
Tabel 4.40	Hasil uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi I (Variasi Rasio Fly Ash-Aktivator 60%:40%, Rasio Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 2:1 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M,8M,10M).....	53

Tabel 4.41 Hasil uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi II (Variasi Rasio Fly Ash-Aktivator 70% :30%, Rasio Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M,8M,10M)...	54
Tabel 4.42 Hasil uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi II (Variasi Rasio Fly Ash-Aktivator 60%:40%, Rasio Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M,8M,10M)...	56
Tabel 4.43 Hasil uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi II (Variasi Rasio Fly Ash-Aktivator 50%:50%, Rasio Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 3:2 dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M,8M,10M)...	57
Tabel 4.44 Perbandingan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Dengan Konsentrasi Aktivator Sodium 6M, 8M dan 10M .....	58
Tabel 4.45 Perbandingan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Dengan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1 dan 3:2.....	59
Tabel 4.46 Perbandingan Kuat Tekan Mortar Geopolimer Dengan Rasio fly ash-aktivator sodium 70%30, 60%:40% dan 50%:50% .....	60
Tabel 4.47 Hasil uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer Kubus Populasi I dan II (Rasio Fly Ash-Aktivator 70%:30%, 60%:40% dan 50%:50%, Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1 dan 3:2, Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M, 8M dan 10 M) .....	61
Tabel 4.48 Perbandingan Hasil Kuat Tekan dengan Penelitian Terdahulu .....	63

**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Pengujian Pasir Sebagai Agregat Halus (Zone 2). .....	70
Lampiran 2. Analisa Saringan dan Grafik Lengkap Gradasi Agregat Halus.....	71
Lampiran 3. Perhitungan Kebutuhan 1m <sup>3</sup> Mortar Geopolimer.....	72
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	79