

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

TUGAS AKHIR



MELCIANA SUNGA

19041000022

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

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

TUGAS AKHIR

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



**MELCIANA SUNGA
19041000022**

**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 : Melciana Sunga

NIM : 19041000022

Tanda Tangan :



Tanggal : 7 November 2023

HALAMAN PENGESAHAN

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

Dipersiapkan dan disusun oleh :

MELCIANA SUNGA

19041000022

Telah dipertahankan di Dewan Penguji

Pada Tanggal [22 AGUSTUS 2023]

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji I : [Dr. NINIK CATUR ENDAH YULIATI, S.T., M.T.]

(.....)

Dosen Penguji II : [Ir. BAMBANG TRI LEKSONO, M.T.]

(.....)

Dosen Saksi : [ADI SURNAWAN, S.T., M.T.]

(.....)

Memeriksa dan menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Ir. DIONISIUS TRIPRIYO ARRY BRAMANTORO, MT.)

NIDN. 0711066501

Dosen Pembimbing II

(Ir. UTARY WESSY ANDRIANI, MT.)

NIDN. 0703065901

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

Malang, 07 November 2023



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

(Dr. Ninik Catur Endah Yuliaty, ST., MT.)

NIDN. 0004097002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkah dan rahmat-Nya yang berlimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida Dan Rasio Fly Ash-Aktivator Sodium Pada Geopolimer Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Yang Memakai Fly Ash Sebagai Pengganti Semen” sebagai salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa Strata Satu Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan sehingga Tugas Akhir ini dapat selesai. Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada :

1. Bapa Siprianus Loy, Mama Matilde Elu, Popi, Redin, Didi dan Abang Arot yang senantiasa memberikan motivasi dan dukungan selama penyusunan tugas akhir.
2. Ibu Dr. Ninik Catur Endah Yuliati, 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 Tripriyo Arry Bramantoro, MT. selaku dosen pembimbing I yang bersedia membimbing serta memberikan saran sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
5. Ir. Utari Wessy Andriani, MT. selaku dosen pembimbing II yang bersedia membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Teman kelompok penelitian (Astin, Niken, Cecik, Venan dan Kaka Will) atas kerja sama selama penelitian.

Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga diharapkan kritik dan saran dari para pembaca. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya dalam perkembangan ilmu di bidang Teknik Sipil.

Malang, 7 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 : Melciana Sunga

Nim : 19041000022

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 *FLY ASH* AKTIVATOR SODIUM PADA GEOPOLIMER 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 :07 November 2023

Yang menyatakan



(Melciana Sunga)

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

Melciana Sunga

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 (Na_2SiO_3) dan sodium hidroksida (NaOH) agar terbentuk ikatan polimerisasi. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator sodium hidroksida dan rasio fly ash-aktivator terhadap kuat tekan mortar geopolimer dengan fly ash sebagai pengganti semen.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan kuat tekan mortar geopolimer berbahan dasar *fly ash* dengan benda uji berbentuk kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm sebanyak 27 buah dengan konsentrasi aktivator sodium hidroksida yaitu 6M, 8M, 10M dan Rasio fly ash-aktivator 50% : 50%, 60% : 40%, 70% : 30%. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari menggunakan alat uji *Compressing Testing Machine* (CTM) berdasarkan ASTM C109 tentang *Standard Test Method for Comprehensive Strength of Hydraulic Cement Mortars*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan mortar geopolimer tertinggi terdapat pada rasio fly ash-aktivator 70% : 30% sebesar 48,17 Mpa dengan penggunaan konsentrasi aktivator sodium hidroksida 8M sedangkan kuat tekan rata-rata terendah terdapat pada rasio fly ash-aktivator 50% : 50% sebesar 14,00 Mpa dengan konsentrasi aktivator sodium hidroksida 10M.

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

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

Melciana Sunga

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 (Na₂SiO₃) and sodium hydroxide (NaOH) to form polymerization bonds. The research aims to determine the effect of sodium hydroxide activator concentration and fly ash-activator ratio on the compressive strength of geopolymer mortar with fly ash as a cement substitute.

The aim of this research is to produce the compressive strength of geopolymer mortar made from fly ash with 27 cube-shaped test objects of 5 cm x 5 cm x 5 cm with varying sodium hydroxide activator concentrations, namely 6M, 8M, 10M and a fly ash-activator ratio of 50 % : 50%, 60% : 40%, 70% : 30%. Compressive strength testing was carried out at 28 days of age using a Compressing Testing Machine (CTM) test equipment based on ASTM C109 concerning the Standard Test Method for Comprehensive Strength of Hydraulic Cement Mortars.

The results showed that the highest compressive strength of geopolymer mortar was found in the fly ash-activator ratio of 70%: 30% of 48.17 MPa with the use of 8M sodium hydroxide activator concentration while the lowest average compressive strength was in the fly ash-activator ratio of 50%: 50% of 14.00 Mpa with a sodium hydroxide activator concentration of 10M.

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

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	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
2.1 Rumusan Masalah	3
3.1 Pembatasan Masalah	4
4.1 Tujuan Peneliitian	4
5.1 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Teknologi Mortar Geopolimer	7
2.2.1 Pengertian Mortar Geopolimer	7
2.2.2 Bahan Penyusun Mortar Geopolimer	9
1. Fly Ash	9
2. Aktivator	11
3. Agregat Halus	13
2.3 Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer	15
2.4 Kuat Tekan Benda Uji Mortar Geopolimer	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Program Penelitian	18
3.2 Bahan Dan Peralatan	19

3.2.1 Material	19
3.2.2 Peralatan	21
3.3 Benda Uji	25
3.3.1 Perencanaan Campuran Benda Uji Mortar Geopolimer	25
3.3.2 Detail Benda Uji Mortar Geopolimer.....	25
3.4 Tahap Pembuatan Benda Uji.....	27
3.4.1 Tahap Persiapan	27
3.4.2 Tahap Pengujian Material Mortar Geopolimer	27
3.4.3 Tahap Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer	28
3.5 Tahap Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Mortar Geopolimer	29
3.5.1 Tahap Pengujian Kuat Tekanan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	29
3.5.2 Analisa Data	30
3.6 Diagram Alir Penelitian	31
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Deskripsi Umum	32
4.2 Pengujian Material	32
4.3 Kebutuhan Campuran Mortar	34
4.3.1 Perhitungan Kebutuhan Per 1m ³ Material Mortar Geopolimer.....	34
4.3.2 Perhitungan Kebutuhan Material Untuk 1 Benda Uji Mortar.....	41
4.4 Proses Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer	45
4.5 Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer.....	48
4.5.1 Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio fly ash-Aktivator 50 % : 50 %	50
4.5.2 Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio fly ash-Aktivator 60 % : 40 %	51
4.5.3 Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio fly ash-Aktivator 70 % : 30 %	53
4.5.4 Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Geopolimer.....	54
4.5.5 Sensitivitas Pengaruh Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida dan Fly ash-Aktivator dalam Peningkatan Kuat Tekan Mortar Geopolimer.....	59
4.5.6 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Dan Variabel Bebas.....	60

4.6 Perbandingan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu.....	61
4.7 Pembahasan Hasil Kuat Tekan Mortar Geopolimer	62
4.7.1 Pembahasan Kuat Tekan pada Konsentrasi Aktivator	
Sodium Hidroksida	62
4.7.2 Pembahasan Kuat Tekan Rasio Fly Ash-Aktivator.....	63
BAB V HASIL KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagan Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer.....	15
Gambar 2.2 Bagan Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer.....	16
Gambar 3.1 Agregat Halus.....	19
Gambar 3.2 Fly Ash	20
Gambar 3.3 Sodium Silikat	20
Gambar 3.4 Sodium Hidroksida 6 M , 8 M ,10 M.....	21
Gambar 3.5 Compression Machine CE.....	21
Gambar 3.6 Timbangan Digital	22
Gambar 3.7 Timbangan Tripel Beam	22
Gambar 3.8 Wadah.....	22
Gambar 3.9 Trovel	23
Gambar 3.10 Besi Penumbuk.....	23
Gambar 3.11 sarung Tangan Latex	24
Gambar 3.12 Cetakan Mortar.....	24
Gambar 3.13 Mortar Mixer	24
Gambar 3.14 Mortar Geopolimer Hasil Trial Max	25
Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar 4.1 Material Penyusun Utama Mortar Geopolimer	45
Gambar 4.2 Menimbang Material Penyusun Mortar Geopolimer	46
Gambar 4.3 Alat Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	46
Gambar 4.4 Menuangkan Pasir,Fly Ash dan Sodium	46
Gambar 4.5 Mengaduk Campuran Pasir,Fly ash dan Sodium hingga merata	47
Gambar 4.6 Proses Memasukan Serta Penumbukan Mortar.....	47
Gambar 4.7 Kondisi benda uji Setelah Disimpan Selama 24 Jam.....	47
Gambar 4.8 Kondisi benda uji waktu perawatan	48
Gambar 4.9 Posisi Letak Benda Uji Mortar dan Setelah dilakukan Uji Kuat Tekan pada CTM.....	48
Gambar 4.10 Bentuk Keruntuhan Mortar Geopolimer yang memakai fly ash	49
Gambar 4.11 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Geopolimer fly ash-aktivator sodium 50%:50%.....	51

Gambar 4.12 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Geopolimer fly ash-aktivator sodium 60%:40%.....	52
Gambar 4.13 Histogram Kuat tekan Rata-Rata Mortar Geopolimer fly ash-aktivator sodium 70%:30%.....	54
Gambar 4.14 Histogram Kuat Tekan Rata-rata Mortar Geopolimer antar populasi.....	56
Gambar 4.15 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Antar Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida	58
Gambar 4.16 Grafik Presentase Peningkatan Kuat Tekan Rata-Rata Pada Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida dan Rasio Fly Ash-Aktivator	59
Gambar 4.17 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Rata-Rata dan Variabel Bebas	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Gradasi Saringan Agregat Halus.....	14
Tabel 3.1 Detail Benda Uji Mortar Geopolimer	26
Tabel 4.1 Hasil Pengujian agregat Halus	33
Tabel 4.2 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi I (Rasio Fly Ash-Aktivator 50% : 50% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M)	38
Tabel 4.3 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi I (Rasio Fly Ash-Aktivator 60% : 40% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M)	38
Tabel 4.3 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi I (Rasio Fly Ash-Aktivator 70% : 30% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M)	38
Tabel 4.5 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi I (Rasio Fly Ash-Aktivator 50% : 50% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M)	39
Tabel 4.6 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi I (Rasio Fly Ash-Aktivator 60% : 40% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M)	39
Tabel 4.7 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi I (Rasio Fly Ash-Aktivator 70% : 30% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M)	39
Tabel 4.8 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi I (Rasio Fly Ash-Aktivator 50% : 50% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M)	40
Tabel 4.9 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi I (Rasio Fly Ash-Aktivator 60% : 40% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M)	40
Tabel 4.10 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi I (Rasio Fly Ash-Aktivator 70% : 30% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M)	40
Tabel 4.11 Material untuk 1 benda uji mortar geopolimer Rasio fly ash-Aktivator 50% : 50% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M.....	41
Tabel 4.12 Material untuk 1 benda uji mortar geopolimer Rasio fly ash-Aktivator 50% : 50% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M.....	42
Tabel 4.13 Material untuk 1 benda uji mortar geopolimer Rasio fly ash-Aktivator 50% : 50% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M.....	42
Tabel 4.14 Material untuk 1 benda uji mortar geopolimer Rasio fly ash-Aktivator 60% : 40% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M.....	43
Tabel 4.15 Material untuk 1 benda uji mortar geopolimer Rasio fly ash-Aktivator	

60% : 40% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M.....	43
Tabel 4.16 Material untuk 1 benda uji mortar geopolimer Rasio fly ash-Aktivator 60% : 40% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M.....	43
Tabel 4.17 Material untuk 1 benda uji mortar geopolimer Rasio fly ash-Aktivator 70% : 30% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6M.....	44
Tabel 4.18 Material untuk 1 benda uji mortar geopolimer Rasio fly ash-Aktivator 70% : 30% dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M.....	44
Tabel 4.19 Material untuk 1 benda uji mortar geopolimer Rasio fly ash-Aktivator 70% : 30%,rasio dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10M.....	45
Tabel 4.20 Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio Fly Ash-Aktivator 50% : 50%	50
Tabel 4.21 Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio Fly Ash-Aktivator 60% : 40%	52
Tabel 4.22 Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio Fly Ash-Aktivator 70 % : 30%	53
Tabel 4.23 Kuat Tekan Rata-rata Mortar Geopolimer antar Populasi	55
Tabel 4.24 Kuat Tekan Rata-rata Antar Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida.....	57
Tabel 4.25 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Penelitian Terdahulu	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian Pasir Sebagai Agregat Halus.....	70
Lampiran 2. Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer.....	72
Lampiran 3. Perhitungan Kebutuhan 1m^3 Mortar Geopolimer	79
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian	82