

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA DAN
ZONE AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR
GEOPOLIMER YANG MEMAKAI *FLY ASH*
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh:

MARSELINA NIKEN KAHA

19041000017

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

2024

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA DAN
ZONE AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR
GEOPOLIMER YANG MEMAKAI *FLY ASH*
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**



Disusun Oleh:

MARSELINA NIKEN KAHA

19041000017

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERDEKA MALANG

2024

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah karya saya sendiri, dan semua sumber yang
Dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Marselina Niken Kaha

NIM : 19041000017

Tanda Tangan



Tanggal : 07 Februari 2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA DAN
ZONE AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR
GEOPOLIMER YANG MEMAKAI *FLY ASH*
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

MARSELINA NIKEN KAHA

19041000017

Telah dipertahankan di Dewan Penguji

Pada [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 SUNARWAN, S.T., M.T] (.....)

Memeriksa dan menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Ir. DIONISIUS TRIPRIYO
ARRY BRAMANTORO, M.T.)

(Ir. UTARI WESSY
ANDRIANI, M.T.)

NIDN. 0711066501

NIDN. 0703065901

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

Malang, 07 Februari 2024



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

(Dr. NINIK CATUR ENDAH YULIATI, S.T., M.T)

NIDN. 0004097002

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida dan Zone Agregat Halus terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer yang Memakai *Fly Ash* sebagai Pengganti Semen” sebagai salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa program Strata Satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Pada kesempatan ini, dengan ketulusan hati penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang sudah membantu dan berkontribusi agar terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan baik.

Ucapan terimakasih penulis tunjukkan kepada:

1. Papa, Mama, adik Enjel, Jestri dan Isa yang senantiasa untuk selalu mendoakan dan memberi dukungan semangat.
2. Ibu Dr. Ninik Catur Endah Yuliati, ST.,MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
3. Ibu Eko Indah Susanti, ST., MT., selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
4. Bapak Ir. Dionisius Tripriyo Arry Bramantoro, M.T., selaku dosen pembimbing 1 yang bersedia membimbing dan memberi saran sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
5. Ibu Ir. Utari Wessy Andriani, M.T.selaku dosen pembimbing 2 yang bersedia membimbing dan memberi saran sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
6. Teman kelompok penelitian atas kerja sama selama penelitian.
7. Sahabat seperjuangan yang telah memberi dukungan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada Tugas Akhir ini, sehingga penulis mengharapkan kritikan dan saran yang membangun demi menyempurnakan Tugas Akhir ini.

Malang, Februari 2024

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 : Marselina Niken Kaha

Nim : 19041000017

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 ZONE AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER YANG MEMAKAI FLY ASH SEBAGAI PENGANTI 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 Februari 2024

Yang Menyatakan



(Marselina Niken Kaha)

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM
HIDROKSIDA DAN ZONE AGREGAT HALUS
TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER DENGAN
FLY ASH SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

Marselina Niken Kaha

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 zone agregat halus terhadap kuat tekan mortar geopolimer dengan fly ash sebagai pengganti semen.

Pada penelitian ini membuat mortar geopolimer berbentuk kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm sebanyak 27 buah dengan konsentrasi aktivator sodium hidroksida yang bervariasi yaitu 8 M, 10 M, 12 M dan zone agregat halus yaitu zone 1, zone 2, zone 3 dan zone 4. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari menggunakan alat uji *Compressive Strenght 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 40,50 Mpa dengan penggunaan konsentrasi aktivator sodium hidroksida 8 M pada agregat halus zone 2 dan hasil terendah pengujian kuat tekan mortar geopolimer didapat 21,00 Mpa dengan penggunaan konsentrasi aktivator sodium hidroksida 6 M pada zone 1 agregat halus.

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

**EFFECT OF SODIUM ACTIVATOR CONCENTRATION
HYDROXIDE AND FINE AGGREGATE ZONE
AGAINST COMPRESSIVE STRENGTH OF GEOPOLYMER MORTAR
WITH FLY ASH AS A CEMENT SUBSTITUTE**

Marselina Niken Kaha

ABSTRACT

Geopolymer mortar is mortar without using portland cement as a basic material, but using pozzolan materials in the form of fly ash, silica fume, rice husk ash and other industrial materials that contain a lot of alumina (Al) and silica (Si) elements. To reduce the quantity of cement production, geopolymer mortar is the right solution in reducing carbon dioxide in the air. Geopolymer mortar is not bound with water but uses activators, namely sodium silicate (Na_2SiO_3) and sodium hydroxide (NaOH) to form polymerization bonds. The study aims to determine the effect of sodium hydroxide activator concentration and fine aggregate zone on the compressive strength of geopolymer mortar with fly ash as a substitute for cement.

In this study, 27 pieces of cube shaped geopolymer mortars were made 5 cm x 5 cm x 5 cm with varying concentrations of sodium hydroxide activators of 8 M, 10 M, 12 M and fine aggregate zones namely zone 1, zone 2, zone 3 and zone 4. Compressive strength testing was carried out at the age of 28 days using the Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortar test kit. Tests based on ASTM C109 on Standard Test Method for Comprehensive Strength of Hydraulic Cement Mortars.

The highest result of geopolymer mortar compressive strength testing was obtained at 40.50 Mpa with the use of 8 M sodium hydroxide activator concentration in zone 2 fine aggregate and the lowest result of geopolymer mortar compressive strength testing was obtained 21.00 Mpa with the use of 6 M sodium hydroxide activator concentration in zone 1 fine aggregate.

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

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
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 Bahan Penyusun Mortar Geopolimer	9
2.3 Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer	13
2.4 Kuat Tekan Mortar.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Program Penelitian	15
3.2 Bahan Dan Peralatan	15
3.2.1 Bahan.....	15
3.2.2 Peralatan	17
3.3 Benda Uji.....	21
3.3.1 Perencanaan Campuran Benda Uji Mortar Geopolimer..	21

3.3.2 Detail Benda Uji Mortar Geopolimer	22
3.4 Tahap Pembuatan Benda Uji	23
3.4.1 Tahap Persiapan	23
3.4.2 Tahap Pengujian Bahan Mortar Geopolimer	24
3.4.3 Tahap Pembuatan Bahan Mortar Geopolimer	24
3.5 Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer	25
3.5.1 Tahap Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer	25
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 Mortar	27
4.3 Kebutuhan Bahan	28
4.3.1 Perhitungan Kebutuhan Bahan Mortar Geopolimer	28
4.3.2 Perhitungan Kebutuhan Mortar	34
4.4 Proses Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer	38
4.5 Pengujian Kuat Tekan Mortar	41
4.6 Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer	42
4.6.1 Kuat Tekan Mortar Geopolimer Populasi I dengan Zone 1 Agregat Halus, Rasio Agregat-Binder 60%:40%, Fly Ash-Aktivator 70%:30%, dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1	42
4.6.2 Kuat Tekan Mortar Geopolimer Populasi II dengan Zone 2 Agregat Halus, Rasio Agregat-Binder 60%:40%, Fly Ash-Aktivator 70%:30%, dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1	44
4.6.3 Kuat Tekan Mortar Geopolimer Populasi III dengan Zone 3 Agregat Halus, Rasio Agregat-Binder 60%:40%, Fly Ash-Aktivator 70%:30%, dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1	46
4.6.4 Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Zone 4 Agregat Halus, Rasio Agregat-Binder 60%:40%, Fly Ash-Aktivator 70%:30%, dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1	47
4.6.5 Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Geopolimer Antar Populasi	49
4.8 Pembahasan Hasil Penelitian	56

4.8.1 Pengaruh Zone Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer	56
4.8.2 Pengaruh Kosentrasi Aktivator Sodium Hidroksida Terhadap Kuat Mortar Geopolimer	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer.....	13
Gambar 2. 2 Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer.....	14
Gambar 3. 1 Fly Ash	16
Gambar 3. 2 Agregat Halus (Pasir)	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 Timbangan Digital.....	18
Gambar 3. 7 Timbangan Triple Beam.....	18
Gambar 3. 8 Wadah Plastik	19
Gambar 3. 9 Trovel	19
Gambar 3. 10 Penumbuk Besi.....	19
Gambar 3. 11 Sarung Tangan Latex	20
Gambar 3. 12 Cetakan Mortar.....	20
Gambar 3. 13 Mixer Mortar	21
Gambar 3. 14 Mortar Geopolimer Hasil Trial Mix	21
Gambar 3. 15 Diagram Alur Penelitian.....	26
Gambar 4. 1 Menimbang Kebutuhan Material Mortar Geopolimer	38
Gambar 4. 2 Menimbang Material penyusun Mortar Geopolimer	39
Gambar 4. 3 Alat Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	39
Gambar 4. 4 Menuangkan Pasir, Fly Ash dan Sodium	39
Gambar 4. 5 Mengaduk Campuran Pasir, Fly Ash dan Sodium hingga merata	40
Gambar 4. 6 Memasukan Campuran ke dalam Bekisting.....	40
Gambar 4. 7 Kondisi Benda Uji Mortar setelah disimpan Selama 24 jam	40
Gambar 4. 8 Perawatan Benda Uji Selama 28 Hari	41
Gambar 4. 9 Posisi Perletakan Benda Uji Mortar Geopolimer dan Setelah Dilakukan Uji Kuat Tekan pada CTM.	41
Gambar 4. 10 Bentuk Keruntuhan Mortar Geopolimer yang Menggunakan Fly Ash Sebagai Pengganti Semen.....	42
Gambar 4. 11 Kuat Tekan Rata-rata Mortar Geopolimer dengan Zone 1 Agregat Halus dan Konsentrasi Aktivator Sodium 6 M, 8 M, dan 10 M.....	44

Gambar 4. 12 Kuat Tekan Rata-rata Mortar Geopolimer Populasi II dengan Zone 2 Agregat Halus dan Konsentrasi Aktivator Sodium 6 M, 8 M, dan 10 M.....	45
Gambar 4. 13 Kuat tekan rata rata dengan Zone 3 Agregat Halus dan Konsentrasi Aktivator Sodium 6 M, 8 M, dan 10 M.....	47
Gambar 4. 14 Kuat tekan rata rata dengan Zone 4 Agregat Halus dan Konsentrasi Aktivator Sodium 6 M, 8 M, dan 10 M.....	48
Gambar 4. 15 Kuat Tekan Rata-rata Konsentrasi Aktivator Sodium berbeda dan Zone Agregat Halus sama pada setiap Populasi.....	50
Gambar 4. 16 Kuat Tekan Rata-rata Konsentrasi Aktivator Sodium berbeda dan Zone Agregat Halus sama pada setiap Populasi.....	52
Gambar 4. 17 Presentase Konsentrasi Aktivator Sodium dan.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Gradasi Saringan Agregat Halus	12
Tabel 3. 1 Detail Benda Uji Mortar Geopolimer.....	22
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Berat Isi Pasir.....	28
Tabel 4. 2 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Populasi I (Zone 1 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6 M).....	30
Tabel 4. 3 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Populasi I (Zone 1 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8 M).....	30
Tabel 4. 4 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Populasi I (Zone 1 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10 M).....	31
Tabel 4. 5 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Populasi II (Zone 2 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6 M).....	31
Tabel 4. 6 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Populasi II (Zone 2 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8 M).....	31
Tabel 4. 7 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Populasi II (Zone 2 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10 M).....	32
Tabel 4. 8 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Populasi III (Zone 3 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6 M).....	32
Tabel 4. 9 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Populasi III (Zone 3 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8 M).....	32
Tabel 4. 10 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Populasi III (Zone 3 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10 M).....	33
Tabel 4. 11 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Populasi IV (Zone 4 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6 M).....	33
Tabel 4. 12 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Populasi IV (Zone 4 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8 M).....	33
Tabel 4. 13 Kebutuhan Material untuk 1 m ³ Populasi IV (Zone 4 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10 M).....	34
Tabel 4. 14 Kebutuhan Material 1 Benda Uji untuk Populasi I (Zone 1 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6 M)	34
Tabel 4. 15 Kebutuhan Material 1 Benda Uji untuk Populasi I (Zone 1 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8 M)	34

Tabel 4. 16 Kebutuhan Material 1 Benda Uji untuk Populasi I (Zone 1 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10 M)	35
Tabel 4. 17 Kebutuhan Material 1 Benda Uji untuk Populasi II (Zone 2 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6 M)	35
Tabel 4. 18 Kebutuhan Material 1 Benda Uji untuk Populasi II (Zone 2 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8 M)	35
Tabel 4. 19 Kebutuhan Material 1 Benda Uji untuk Populasi II (Zone 2 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10 M)	36
Tabel 4. 20 Kebutuhan Material 1 Benda Uji untuk Populasi III (Zone 3 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6 M)	36
Tabel 4. 21 Kebutuhan Material 1 Benda Uji untuk Populasi III (Zone 3 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8 M)	36
Tabel 4. 22 Kebutuhan Material 1 Benda Uji untuk Populasi III (Zone 3 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10 M)	37
Tabel 4. 23 Kebutuhan Material 1 Benda Uji untuk Populasi IV (Zone 4 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 6 M)	37
Tabel 4. 24 Kebutuhan Material 1 Benda Uji untuk Populasi IV (Zone 4 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8 M)	37
Tabel 4. 25 Kebutuhan Material 1 Benda Uji untuk Populasi IV (Zone 4 Agregat Halus dan Konsentrasi Sodium Hidroksida 10 M)	38
Tabel 4. 26 Kuat Tekan Rata-rata Mortar Geopolimer dengan Zone 1 Agregat Halus dan Konsentrasi Aktivator Sodium 6 M, 8 M, dan 10 M.....	43
Tabel 4. 27 Kuat Tekan Rata-rata Mortar Geopolimer Populasi II dengan Zone 2 Agregat Halus dan Konsentrasi Aktivator Sodium 6 M, 8 M, dan 10 M.....	45
Tabel 4. 28 Kuat Tekan Rata-rata Mortar Geopolimer Populasi III dengan Zone 3 Agregat Halus dan Konsentrasi Aktivator Sodium 6 M, 8 M, dan 10 M.....	46
Tabel 4. 29 Kuat Tekan Rata-rata Mortar Geopolimer Populasi IV dengan Zone 4 Agregat Halus dan Konsentrasi Aktivator Sodium 6 M, 8 M, dan 10 M.....	48
Tabel 4. 30 Kuat Tekan Rata-rata Populasi I, II, III dan IV	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian Laboratorium.....	61
Lampiran 2. Analisa Saringan dan Grafik Lengkung Gradasi Agregat Halus .	62
Lampiran 3. Perhitungan Kebutuhan 1m^3 Mortar Geopolimer.....	65
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	67