

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA DAN
RASIO AGREGAT HALUS-BINDER TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR
GEOPOLYMER YANG MEMAKAI *FLY ASH* SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

TUGAS AKHIR



SEBASTIANA BEO NANGO

19041000090

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

2023

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA DAN
RASIO AGREGAT HALUS-BINDER TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR
GEOPOLYMER YANG MEMAKAI *FLY ASH* SEBAGAI PENGGANTI SEMEN**

TUGAS AKHIR

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



SEBASTIANA BEO NANGO

19041000090

**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 saya kutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Sebastiana Beo Nango

NIM : 19041000090

Tanda Tangan :



Tanggal : 07 November 2023

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA DAN RASIO AGREGAT HALUS-BINDER TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLYMER YANG MEMAKAI FLY ASH SEBAGAI PENGGANTI SEMEN

Dipersiapkan dan disusun oleh :

SEBASTIANA BEO NANGO

19041000090

Telah dipertahankan di Dewan Penguji

Pada Selasa, 22 Agustus 2023

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji I : Dr. Ninik Catur Endah Yulianti,
ST., MT.

(.....)

Dosen Penguji II : Ir. Bambang Tri Leksono, MT.

(.....)

Dosen Saksi : Adi Surnawan, ST., MT.

(.....)

Memeriksa dan menyetujui,

Dosen Pembimbing I

(Ir. Dionisius Tripriyo Arry
Branantoro, MT.)

NIDN. 07011066501

Dosen Pembimbing II

(Ir. Utari 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 Yulianti, 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 Agregat Halus-Binder 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. Baba Kayer, Mama Tris, Mama Nela, Enyo, Lin, Mira, Febi, Jul, Tania yang senantiasa memberikan motivasi dan dukungan selama penyusunan tugas akhir.
2. Ibu Dr. Ninik Catur Enda 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, M.T. selaku dosen pembimbing I yang bersedia membimbing serta memberikan saran sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
5. Ibu Ir. Utari Wessy Andriani, MT. selaku dosen pembimbing II yang bersedia membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Teman kelompok penelitian (Wilbrodus, Venansius, Marselina, Kristina dan Melciana) atas kerja sama selama penelitian.
7. Sahabat Seperjuangan (Atik, Enjel, Elsa, Cecik) yang telah memberi dukungan.

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, 07 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 : Sebastiana Beo Nango

Nim : 19041000090

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 Raight*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

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

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), 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

(Sebastiana Beo Nango)

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR SODIUM HIDROKSIDA DAN
RASIO AGREGAT HALUS-BINDER TERHADAP KUAT TEKAN
MORTAR GEOPOLYMER YANG MEMAKAI *FLY ASH* SEBAGAI
PENGANTI SEMEN**

Sebastiana Beo Nango

ABSTRAK

Mortar geopolimer merupakan mortar tanpa menggunakan semen portland sebagai bahan dasar, tetapi menggunakan bahan pozzolan berupa *fly ash*, *silika fume*, abu sekam padi dan bahan pengikat lainnya yang banyak mengandung unsur alumina (Al) dan silika (Si). Untuk mengurangi jumlah produksi semen, mortar geopolimer adalah solusi yang tepat untuk mengurangi jumlah karbon dioksida di udara. Mortar geopolimer tidak terikat pada air tetapi menggunakan natrium silikat (Na_2SiO_3) dan natrium hidroksida (NaOH) sebagai aktivator untuk menciptakan ikatan polimer. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator sodium hidroksida dan rasio aktivator sodium silikat dan sodium hidroksida terhadap kuat tekan mortar geopolimer yang menggunakan *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 6M, 8M, 10M. Rasio agregat halus-binder 50%:50%, 60%:40%, 75%:25%. Rasio *fly ash*-aktivator 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 Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars*.

Hasil tertinggi pengujian kuat tekan mortar geopolimer didapat sebesar 48,33 Mpa dengan penggunaan konsentrasi aktivator sodium hidroksida 8M, pada rasio agregat halus-binder 50%:50%, rasio sodium silikat-sodium hidroksida 2:1 dan rasio *fly ash*-aktivator 70%:30%. Hasil terendah pengujian kuat tekan mortar geopolimer didapat sebesar 11,83 Mpa dengan penggunaan konsentrasi aktivator sodium hidroksida 10M pada rasio agregat halus-binder 75%:25%.

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

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

Sebastian Beo Nango

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 binders that contain alumina (Al) and silica (Si). To reduce the amount of cement production, geopolymer mortar is a good solution to reduce the amount of carbon dioxide in the air. Geopolymer mortars do not bond to water but use sodium silicate (Na_2SiO_3) and sodium hydroxide (NaOH) as activators to create polymer bonds. The purpose of this study was to determine the effect of sodium hydroxide activator concentration and the ratio of sodium silicate and sodium hydroxide activator on the compressive strength of geopolymer mortar that uses fly ash as a cement substitute.

The aim of this study was to produce the compressive strength of fly ash-based geopolymer mortar with 27 cube-shaped specimens of 5 cm x 5 cm x 5 cm with sodium hydroxide activator concentrations of 6M, 8M, 10M. Fine aggregate-binder ratio 50%:50%, 60%:40%, 75%:25%. Fly ash-activator ratio 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 Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars.

The results of the research show that the highest compressive strength of geopolymer mortar is found at a fine aggregate-binder ratio of 50%:50% of 48.33 Mpa with a sodium hydroxide concentration of 8M, while the lowest average compressive strength value is found at a fine aggregate-binder ratio of 75%: 25% of 11.83 Mpa with a sodium hydroxide concentration of 10M.

Key words : *geopolymer mortar, silica fume, 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
ABSTRACK	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
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 Material Penyusun Mortar Geopolimer	6
2.3 Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer.....	6
2.4 Kuat Tekan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Program Penelitian	13
3.2 Bahan dan Peralatan	14
3.2.1 Bahan	14
3.2.2 Peralatan	15
3.3 Benda Uji.....	19
3.3.1 Perencanaan Campuran Benda Uji Mortar Geopolimer.....	19
3.3.2. Detail Benda Uji Mortar Geopolimer	20

3.4	Tahap Pembuatan Benda Uji.....	22
3.4.1	Tahapan Persiapan.....	22
3.4.2	Tahap Pengujian Material Mortar Geopolimer.....	22
3.4.3	Tahap Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	23
3.5	Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	23
3.5.1	Tahap Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Mortar Geopolimer	23
3.5.2	Analisa Data.....	24
3.6	Diagram Alur Penelitian.....	25
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		26
4.1	Deskripsi Umum	26
4.2	Hasil Pengujian Material.....	26
4.3	Kebutuhan Bahan	27
4.3.1	Perhitungan Kebutuhan Bahan Mortar Geopolimer	27
4.3.2.	Perhitungan Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar.....	32
4.4	Proses Pembuatan Benda Uji	36
4.5	Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	39
4.5.1	<u>Kuat Tekan Mortar Geopolimer Rasio Agregat Halus-Binder</u> 50%:50%.....	41
4.5.2	<u>Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio Agregat Halus-</u> <u>Binder 60%:40%</u>	42
4.5.3	<u>Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio Agregat Halus-</u> <u>Binder 75%:25%</u>	44
4.5.4	<u>Perbandingan Nilai Tertinggi Kuat Tekan Rata-rata Mortar</u> <u>Geopolimer</u>	45
4.5.5	Sensitifitas Pengaruh Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida dan Rasio Agregat Halus-Binder dalam Peningkatan Kuat Tekan Mortar Geopolimer	49
4.5.6.	Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan Dan Variabel Bebas.....	50
4.6	Perbandingan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	51
4.7	<u>Pembahasan Kuat Tekan Mortar Geopolimer</u>	52
4.7.1	<u>Kuat Tekan Mortar Geopolimer pada Kosentrasi Sodium</u> <u>Hidroksida Berbeda dengan Rasio agregat Halus-Binder yang</u> <u>Tetap.....</u>	52
4.7.2	<u>Kuat Tekan Mortar Geopolimer pada Rasio Agregat Halus-Binder</u> <u>yang Berbeda dengan Konsentrasi Sodium yang Tetap.....</u>	53

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.....	11
Gambar 2. 1 Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer.....	12
Gambar 3. 1 Fly Ash.....	14
Gambar 3. 2 Agregat Halus.....	14
Gambar 3. 3 Sodium Silikat.....	15
Gambar 3. 4 Sodium Hidroksida.....	15
Gambar 3. 5 Alat Uji Kuat Tekan Mortar.....	16
Gambar 3. 6 Timbangan Digital.....	16
Gambar 3. 7 Timbangan Triple Beam.....	16
Gambar 3. 8 Wadah.....	17
Gambar 3. 9 Trovel.....	17
Gambar 3. 10 Besi Penumbuk.....	17
Gambar 3. 11 Sarung Tangan Latex.....	18
Gambar 3. 12 Cetakan Mortar Geopolymer.....	18
Gambar 3. 13 Mortar Mixer.....	18
Gambar 3. 14 Mortar Geopolimer Hasil Trial Mix.....	19
Gambar 3. 15 Mortar Geopolimer Hasil Trial Mix.....	19
Gambar 3. 16 Mortar Geopolimer Hasil Trial Mix.....	20
Gambar 3. 17 Diagram Alur Penelitian.....	25
Gambar 4. 1 Material Penyusun Utama Mortar Geopolimer.....	36
Gambar 4. 2 Menimbang Material Penyusun Mortar Geopolimer.....	37
Gambar 4. 3 Peralatan untuk Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	37
Gambar 4. 4 Penuangan Pasir, <i>Fly Ash</i> dan Aktivator Sodium.....	37
Gambar 4. 5 Pengadukan Campuran Pasir, <i>Fly Ash</i> dan Aktivator Sodium.....	37
Gambar 4. 6 Proses Memasukan dan Penumbukan Campuran Mortar.....	38
Gambar 4. 7 Benda Uji Mortar setelah 24 jam.....	38
Gambar 4. 8 Kondisi Mortar Geopolimer pada Umur 28 hari.....	38
Gambar 4. 9 Penempatan Benda Uji Mortar pada CTM.....	39
Gambar 4. 10 Bentuk Keruntuhan Mortar Geopolimer dengan <i>Fly Ash</i>	40

Gambar 4. 11 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Rasio Agregat Halus-Binder 50%:50%	42
Gambar 4. 12 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Rasio Agregat Halus-Binder 60%:40%	43
Gambar 4. 13 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Rasio Agregat Halus-Binder 75%:25%	45
Gambar 4. 14 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Antar Populasi	46
Gambar 4. 15 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Antar Populasi Antar konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida.....	48
Gambar 4. 16 Presentase Peningkatan Kuat Tekan Rata-rata pada Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida Populasi.....	49
Gambar 4.17 Grafik Hubungan Antara Kuat Tekan dan Variabel Bebas.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Gradasi Saringan Agregat Halus	10
Tabel 3. 1 Detail Benda Uji Mortar Geopolimer	21
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Material Agregat Halus	27
Tabel 4. 2 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi I 6M	30
Tabel 4. 3 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi I 8M	30
Tabel 4. 4 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi I 10M	31
Tabel 4. 5 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi II 6M	31
Tabel 4. 6 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi II 8M	31
Tabel 4. 7 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi II 10M	32
Tabel 4. 8 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi III 6M	32
Tabel 4. 9 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi III 8M	32
Tabel 4. 10 Kebutuhan Material untuk 1m ³ Populasi III 10M	32
Tabel 4. 11 Perhitungan Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi I 6M	33
Tabel 4. 12 Perhitungan Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi I 6M	33
Tabel 4. 13 Perhitungan Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi I 8M	34
Tabel 4. 14 Perhitungan Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi II 10M ..	34
Tabel 4. 15 Perhitungan Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi II 6M ...	34
Tabel 4. 16 Perhitungan Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi II 8M ...	34
Tabel 4. 17 Perhitungan Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi III 6M...	35
Tabel 4. 18 Perhitungan Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi III 8M...	35
Tabel 4. 19 Perhitungan Kebutuhan Material Untuk 1 Mortar Populasi III 10M.	36
Tabel 4.20 Kuat Tekan Mortar Geopolimer Rasio Agregat Halus-Binder 50%:50%	41
Tabel 4. 21 Kuat Tekan Mortar Geopolimer Rasio Agregat Halus-Binder 60%:40%	43
Tabel 4. 22 Kuat Tekan Mortar Geopolimer Rasio Agregat Halus-Binder 75%:25%	44
Tabel 4. 23 Kuat Tekan Rata-rata Mortar Geopolimer Antar Populasi	45
Tabel 4. 24 Presentase Kuat Tekan Rata-rata Mortar Geopolimer Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian pasir sebagai agregat halus	59
Lampiran 2. Perhitungan kebutuhan 1 m ³ mortar geopolimer	61
Lampiran 3. Perhitungan kuat tekan benda uji kubus mortar geopolimer	65
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian	68