

**PENGARUH KONSENTRASI SODIUM HIDROKSIDA DAN
RASIO ACTIVATOR SODIUM SILIKAT – SODIUM
HIDROKSIDA TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR
GEOPOLIMER MENGGUNAKAN BAHAN
SILICA FUME – KAPUR TOHOR**

TUGAS AKHIR



Disusun:

APRILIO RIVALDO KELAN

NIM:19041000112

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG
2024**

**PENGARUH KONSENTRASI SODIUM HIDROKSIDA DAN
RASIO ACTIVATOR SODIUM SILIKAT – SODIUM
HIDROKSIDA TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR
GEOPOLIMER MENGGUNAKAN BAHAN
SILICA FUME – KAPUR TOHOR**

TUGAS AKHIR

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



Disusun:

APRILIO RIVALDO KELAN

NIM:19041000112

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

2024

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Aprilio Rivaldo Kelan

Nim : 19041000112

Tanda Tangan :



Tanggal : 17 Maret 2024

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH KONSENTRASI SODIUM HIDROKSIDA DAN RASIO
ACTIVATOR SODIUM SILIKAT – SODIUM HIDROKSIDA TERHADAP
KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER MENGGUNAKAN BAHAN
SILICA FUME – KAPUR TOHOR**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

APRILIO RIVALDO KELAN

19041000112

Telah dipertahankan di Dewan Penguji Pada 28 Februari 2024

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji I : Dr. Ninik C. Endah Y, ST., MT (..........)

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

Dosen Saksi : Ir. Rizki Prasetya, ST, MT, IPM (..........)

Memeriksa dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I


(Ir. Bambang Tri Leksono, MT)
NIDN. 0726116101

Dosen Pembimbing II


(Ir. Nila Kurniawati, MT)
NIDN. 0711086501

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

Malang, 17 Maret 2024

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Sipil




(Dr Ninik Catur Endah Yulianti, S.T., M.T)

NIDN. 0004097002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala limpahan rahmat, kasih karunia dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Pengaruh Konsentrasi Sodium Hidroksida dan Rasio Activator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer Menggunakan Bahan Silica fume-Kapur Tohor" Adapun tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah dalam rangka menyelesaikan Studi Strata 1 (S1) untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Keberhasilan penyusunan tugas akhir karena adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa materi maupun pemikiran. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Ninik Catur Endah Yulianti, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.
2. Ibu Eko Indah Susanti, ST., MT. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.
3. Bapak Ir. Bambang Tri Leksono, MT. selaku Dosen pembimbing I
4. Ibu Ir. Nila Kurniawati, MT. selaku Dosen Pembimbing II
5. Bapak, ibu dan adik tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, Doa restu, dukungan dan bantuan secara moril maupun material kepada saya.
6. Seluruh teman-teman baik yang turut mendukung saya dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua masyarakat dan pengembangan keilmuan di Indonesia.

Malang, 28 Februari 2024

Aprilio Rivaldo Kelan

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Aprilio Rivaldo Kelan

NIM : 19041000112

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

PENGARUH KONSENTRASI SODIUM HIDROKSIDA DAN RASIO ACTIVATOR SODIUM SILIKAT – SODIUM HIDROKSIDA TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER MENGGUNAKAN BAHAN SILICA FUME – KAPUR TOHOR

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalih media/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 : 17 Maret 2024



Yang Menyatakan

(Aprilio Rivaldo Kelan)

**PENGARUH KONSENTRASI SODIUM HIDROKSIDA DAN RASIO
ACTIVATOR SODIUM SILIKAT – SODIUM HIDROKSIDA TERHADAP
KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER MENGGUNAKAN BAHAN
SILICA FUME – KAPUR TOHOR**

ABSTRAK

Semen memiliki peran yang sangat penting dalam pembuatan komponen bangunan seperti beton karena fungsinya sebagai pengikat atau binder. Pada proses produksi, industri semen mengeluarkan sulfur dioksida (SO₂) dan nitrogen oksida (NO_x), yang berbahaya bagi kesehatan. Proses penguapan akibat pembakaran semen dapat menjadi sumber emisi partikulat jika dilakukan secara terus menerus. Total emisi CO₂ yang dihasilkan selama proses produksi mencapai sekitar 0,95 ton. Mortar geopolimer adalah salah satu inovasi dalam pencarian bahan alternatif pengganti semen, mortar geopolimer terdiri dari campuran pasir, prekursor, dan aktivator. Pembuatan mortar geopolimer dapat menggunakan limbah industri bekas atau bahan alam seperti kapur tohor, fly ash, abu sekam padi, asap silika, sisa bijih besi dan lain-lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi sodium hidroksida dan rasio aktivator sodium silikat-sodium hidroksida terhadap kuat tekan mortar geopolimer menggunakan bahan silica fume-kapur tohor.

Penelitian mortar geopolimer ini menggunakan metode eksperimental berbahan dasar silica fume-kapur tohor sebagai bahan pengganti semen. Dilakukan pengujian kuat tekan pada 27 benda uji berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm dengan variabel bebas berupa konsentrasi sodium hidroksida 8 M, 10 M, 12 M dan rasio aktivator sodium silikat-sodium hidroksida 1:1, 2:1, dan 3:1 pada umur 28 hari menggunakan alat uji *compressive strenght of hydraulic cement mortar* berdasarkan ASTM C109 tentang *Standard Test Method for Comprehensive Strength of Hydraulic Cement Mortars*.

Hasil penelitian menunjukkan kuat tekan mortar geopolimer pada konsentrasi sodium hidroksida 10M dengan rasio aktivator sodium silikat-sodium hidroksida 1:1 sebesar 13,37 Mpa dan kuat tekan terendah mortar geopolimer pada konsentrasi sodium hidroksida 8M dengan rasio aktivator sodium silikat-sodium hidroksida 3:1 sebesar 6,50 Mpa serta kuat tekan terbesar mortar geopolimer pada konsentrasi sodium hidroksida 12M dengan rasio aktivator sodium silikat-sodium hidroksida 1:1 sebesar 15,83 Mpa.

Kata kunci : kuat tekan, mortar geopolimer, silica fume, kapur tohor.

***THE EFFECT OF SODIUM HYDROXIDE CONCENTRATION AND
SODIUM SILICATE-SODIUM HYDROXIDE ACTIVATOR RATIO ON THE
COMPRESSIVE STRENGTH OF GEOPOLYMER MORTAR USING SILICA
FUME-QUICKLIME MATERIALS.***

ABSTRACT

Cement has a very important role in the manufacture of building components such as concrete because of its function as a binder. In the production process, the cement industry emits sulfur dioxide (SO₂) and nitrogen oxides (NO_x), which are harmful to health. The evaporation process due to cement combustion can be a source of particulate emissions if carried out continuously. The total CO₂ emissions generated during the production process reach about 0.95 tons. Geopolymer mortar is one of the innovations in the search for alternative materials to replace cement, geopolymer mortar consists of a mixture of sand, precursors, and activators. The manufacture of geopolymer mortar can use used industrial waste or natural materials such as quicklime, fly ash, rice husk ash, silica fume, iron ore residue and others. This study aims to determine the effect of sodium hydroxide concentration and sodium silicate-sodium hydroxide activator ratio on the compressive strength of geopolymer mortar using silica fume-toshor lime.

This geopolymer mortar research uses an experimental method based on silica fume - quicklime as a substitute for cement. The compressive strength test was conducted on 27 test specimens measuring 5 cm x 5 cm x 5 cm with independent variables in the form of sodium hydroxide concentrations of 8 M, 10 M, 12 M and sodium silicate-sodium hydroxide activator ratios of 1:1, 2:1, and 3:1 at the age of 28 days using a compressive strength of hydraulic cement mortar based on ASTM C109 on Standard Test Method for Comprehensive Strength of Hydraulic Cement Mortars.

The results showed the compressive strength of geopolymer mortar at 10M sodium hydroxide concentration with 1:1 sodium silicate-sodium hydroxide activator ratio of 13.37 Mpa and the lowest compressive strength of geopolymer mortar at 8M sodium hydroxide concentration with 3:1 sodium silicate-sodium hydroxide activator ratio of 6.50 Mpa and the largest compressive strength of geopolymer mortar at 12M sodium hydroxide concentration with 1:1 sodium silicate-sodium hydroxide activator ratio of 15.83 Mpa.

Keywords : *compressive strength, geopolymer mortar, silica fume, quicklime.*

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
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	5
2.2.1 Pengertian Mortar Geopolimer.....	5
2.2.2 Keunggulan dan Kelemahan Mortar Geopolimer	6
2.2.3 Bahan Penyusun Mortar Geopolimer	6
2.3 Perencanaan Campuran Mortar Geopolimer.....	11
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 Tahap Persiapan.....	23
3.4.2 Tahap Pengujian Material Mortar Geopolimer.....	23
3.4.3 Tahap Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer.....	23
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 Alir Penelitian.....	26
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Deskripsi Umum	27
4.2 Pengujian Material Penyusun Campuran Mortar Geopolimer.....	27
4.3 Kebutuhan Campuran Mortar Geopolimer	28
4.3.1 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Per 1m^3	28
4.3.2 Kebutuhan Material Untuk Tiga Benda Uji Mortar Geopolimer.....	32
4.4 Pembuatan Benda Uji Mortar Geopolimer	34
4.5 Pengujian Kuat Tekan Mortar Geopolimer	37
4.5.1 Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio Sodium Silikat- Sodium Hidroksida 1:1 (Populasi I)	38
4.5.2 Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio Sodium Silikat- Sodium Hidroksida 2:1 (Populasi II)	40
4.5.3 Kuat Tekan Mortar Geopolimer dengan Rasio Sodium Silikat- Sodium Hidroksida 3:1 (Populasi III)	42
4.6 Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Mortar Geopolimer	43
4.6.1 Konsentrasi Sodium Hidroksida Sama Pada Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Berbeda disetiap Molaritas	43
4.6.2 Konsentrasi Sodium Hidroksida Berbeda Pada Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Sama disetiap Populasi.....	44

4.7 Perbandingan Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	47
4.8 Pembahasan Kuat Tekan Mortar Geopolimer	48
4.8.1 Pembahasan Kuat Tekan dengan Konsentrasi SodiumHidroksida	48
4.8.2 Pembahasan Kuat Tekan dengan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN.....	55
Syarat ASTM :	60
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian.....	61
.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perencanaan campuran mortar geopolimer	12
Gambar 2. 2 Perencanaan campuran mortar geopolimer	12
Gambar 3. 1 Agregat Halus	15
Gambar 3. 2 Silica Fume	15
Gambar 3. 3 Kapur Tohor	16
Gambar 3. 4 Sodium Silikat	16
Gambar 3. 5 Sodium Hidroksida 8M, 10M dan 12M	16
Gambar 3. 6 Wadah Plastik	17
Gambar 3. 7 Timbangan Digital	17
Gambar 3. 8 Timbangan Triple Beam	17
Gambar 3. 9 Cetakan Mortar	18
Gambar 3. 10 Besi Penumbuk	18
Gambar 3. 11 Trovel	18
Gambar 3. 12 Mixer Mortar	19
Gambar 3. 13 Alat Uji Kuat Tekan	19
Gambar 3. 14 Sarung Tangan Latex	20
Gambar 3. 15 Mortar Geopolimer Tral mix	20
Gambar 3. 16 Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 4. 1 Cetakan dan Penumbuk Mortar Geopolimer	34
Gambar 4. 2 Material-Material Penyusun Utama Mortar Geopolimer	35
Gambar 4. 3 Menimbang Material-Material Penyusun Mortar Geopolimer	35
Gambar 4. 4 Pencampuran Agregat Halus dan Prekursor (silica fume dan kapur tohor)	36
Gambar 4. 5 Pencampuran Material-Material Penyusun Mortar Geopolimer	36
Gambar 4. 6 Proses Pencetakan Campuran Mortar Geopolimer	36
Gambar 4. 7 Pelepasan Cetakan Mortar Geopolimer Setelah 24 Jam	37
Gambar 4. 8 Kondisi Mortar Geopolimer Setelah Pemeliharaan Pada Umur 28 Hari	37
Gambar 4. 9 Posisi Perletakan Benda Uji Mortar Geopolimer Pada Alat Uji CTM Sebelum dan Sesudah Ditekan	37

Gambar 4. 10 Bentuk Keruntuhan Mortar Geopolimer	38
Gambar 4. 11 Histogram Kuat Tekan Mortar Geopolimer Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1	40
Gambar 4. 12 Histogram Kuat Tekan Mortar Geopolimer Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1	41
Gambar 4. 13 Histogram Kuat Tekan Mortar Geopolimer Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1	42
Gambar 4. 14 Grafik Konsentrasi Sodium Hidroksida dan Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Terhadap Kuat Tekan.....	44
Gambar 4. 15 Grafik Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida dan Konsentrasi Sodium Hidroksida Terhadap Kuat Tekan.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas Gradasi Agregat Halus.....	7
Tabel 2. 2 Perbandingan Komposisi Mineral Silica fume.....	9
Tabel 2. 3 Komposisi Kimia Kapur.....	10
Tabel 3. 1 Detail Benda Uji.....	21
Tabel 4. 1 Pengujian Material Agregat Halus	28
Tabel 4. 2 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Untuk Per 1m ³ (Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M, 10M, 12M dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1).....	31
Tabel 4. 3 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Untuk Per 1m ³ (Konsentrasi Aktivator Sodium Hidroksida 8M, 10M, 12M dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1)	31
Tabel 4. 4 Kebutuhan Material Mortar Geopolimer Untuk Per 1m ³ (Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M, 10M, 12M dan Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1).....	31
Tabel 4. 5 Kebutuhan Material 1 Benda Uji Mortar Geopolimer dengan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M, 10M, 12M dan Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1 (Populasi I)	32
Tabel 4. 6 Kebutuhan Material 1 Benda Uji Mortar Geopolimer dengan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M, 10M, 12M dan Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1 (Populasi II).....	33
Tabel 4. 7 Kebutuhan Material 1 Benda Uji Mortar Geopolimer dengan Konsentrasi Sodium Hidroksida 8M, 10M, 12M dan Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1 (Populasi III).....	34
Tabel 4. 8 Kuat Tekan Mortar Geopolimer Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 1:1 (Populasi I)	39
Tabel 4. 9 Kuat Tekan Mortar Geopolimer Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 2:1 (Populasi II)	41
Tabel 4. 10 Kuat Tekan Mortar Geopolimer Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida 3:1 (Populasi III).....	42

Tabel 4. 11 Kuat Tekan Rata-Rata Konsentrasi Sodium Hidroksida Sama dan Rasio Aktivator Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Berbeda.....	43
Tabel 4. 12 Kuat Tekan Rata-Rata Konsentrasi Sodium Hidroksida Berbeda dan Rasio Sodium Silikat-Sodium Hidroksida Sama disetiap populasi45	
Tabel 4. 13 Perbandingan hasil nilai kuat tekan mortar geopolimer dengan penelitian terdahulu	47