

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH KONSENTRASI ALKALI AKTIVATOR DAN KONDISI  
PERAWATAN TERHADAP KUAT TEKAN BEBAS TANAH LEMPUNG  
YANG DISTABILISASI DENGAN GEOPOLIMER FLY ASH**



**Disusun oleh:**

**Muhammad Fahmi Darmawan**

**(20200110206)**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Muhammad Fahmi Darmawan  
NIM : 20200110206  
Judul : Pengaruh Konsentrasi Alkali Aktivator Dan Kondisi Perawatan Terhadap Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Geopolimer Fly Ash

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. jika dikemudia hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 30 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan



Muhammad Fahmi Darmawan

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini;

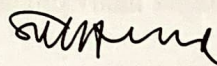
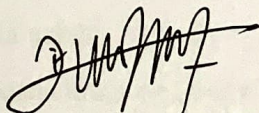
Nama : Muhammad Fahmi Darmawan  
NIM : 20200110206  
Judul : Pengaruh Konsentrasi Alkali Aktivator Dan Kondisi Perawatan Terhadap Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Geopolimer Fly Ash

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan bagian dari penelitian Fundamental hibah DRTPM berjudul "Pendekatan Sistematis Aplikasi Geopolimer Fly Ash untuk Stabilisasi Tanah" Berdasarkan kontrak penelitian nomor 60/KP-LRI/IV/2024.

Yogyakarta, 31-8-2024

Penulis,

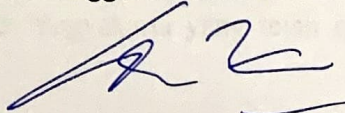
Dosen Peneliti



Muhammad Fahmi Darmawan

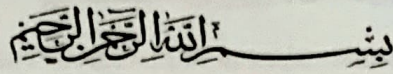
Dr. Willis Diana, S.T., M.T.

Dosen Anggota Peneliti



Dr. Ir. Edi Hartono., S.T., M.T

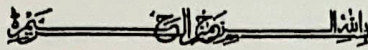
## HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan rasa syukur yang mendalam karena telah selesainya Tugas Akhir ini, penyusun membersembahkan Tugas Akhir ini untuk semua pihak yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi dan semangat yang tiada henti sampai Tugas Akhir ini terselesaikan. Penyusun mempersembahkan kepada :

1. Allah SWT atas segala nikmat dan karunia yang telah memberikan kelancaran, kemudahan, dan kekuatan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua saya Bapak Suharyono dan Srihanti sebagai kedua orang tua penyusun. Terimakasih atas segala doa'a, dukungan, nasehat, kesabaran, dan pengorbanan yang telah diberikan sampai saat ini. penulis memintaa maaf apabila banyak hal yang belum bisa membuat bangga, dan semoga dengan menyelesaikan perkuliahan ini menjadi salah satu jalan untuk membuat kedua orang tua dan keluarga bahagia. Semoga kalian selalu diberi keselamatan serta rezeki yang melimpah serta
3. Kedua kakak Diah Rachawati Ningsih, Ayu Andriani dan Velda Istighosah Azalia selaku Adik dari penyusun yang selaku memberikan segala dukungan, doa, dan cinta yang luar biasa.
4. Ibu Dr. Willis Diana, S.T., M.T. yang selalu senantiasa membimbing, memberi arahan dan memberikan ilmunya sehingga penulis dapat terselesaikan Tugas Akhir sesuai waktu yang ditargetkan. Serta Bapak/Ibu Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat.
5. Rekan-rekan penulis, keluarga geopolimer, Arfa, Restu, Nurul, Syahbina, Berdy, Ghina, Huda, Muthi, Berlian, Ady, Resta, Ajeng, Aini, Anggi, Athaya, Mus, Fajar, Anggi, Rizal, Qois dan Andre dan lain-lain dari prodi Teknik Sipil 2020 telah membantu, meberikan dukungan serta memotivasi sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Terima kasih buat pemilik nama Pranesti Sanditiya Wardani menjadi salah satu penyemangat, pendengar keluh kesah dalam penulisan skripsi, penasehat yang baik.

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Alhamdulillah, Puji syukur penyusun haturkan atas kehadiran Allah SWT karena atas rahmat, hidayah, karunia dan dimudahkan yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang dengan judul **“Pengaruh Konsentrasi Alkali Aktivator Dan Kondisi Perawatan Terhadap Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Geopolimer Fly Ash”**

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji mengkaji nilai kuat tekan bebas tanah lempung dengan stabilisasi geopolimer.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan, dukungan dan dorongan. Melalui kesempatan kali ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya atas kerja sama dan dukungan selama proses hingga penyusunan Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Puji Hartanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Willis Diana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Ibu. Ir. Anita Widianti, M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 31 . 08 2024

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG .....	xiii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
<i>ABSTRACT</i> .....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Lingkup Penelitian.....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Dasar Teori .....	9
2.2.1. Kuat Tekan Bebas .....	9
2.2.2. Modulus Elastisitas .....	10
BAB III. METODE PENELITIAN .....	12

3.1 Bahan atau Materi.....	12
3.2 Alat .....	14
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	16
3.4 Tahapan Penelitian.....	16
3.4.1. Persiapan Bahan.....	18
3.4.2. <i>Mix Design</i> .....	18
3.4.3. Pembuatan Benda Uji .....	19
3.4.4. Pencetakan Benda Uji.....	20
3.4.5. Pemeraman Benda Uji .....	20
3.4.6. Uji Tekan Bebas.....	21
3.5 Analisis Data.....	21
BAB IV .....	22
4.1 Hasil Uji Kuat Tekan .....	22
4.2 Pengaruh MDPolaritas Rendah terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas dan Nilai Modulus Elastisitas Tanah Lempung yang telah Distabilisasi Geopolimer .....	23
4.4.1 Pengaruh Molaritas pada Tanah Lempung terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas.....	23
4.4.2 Pengaruh molaritas pada Tanah Lempung terhadap Nilai Modulus Elastisitas .....	24
4.3 Pengaruh Rasio Alkali Aktivator terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas dan Modulus Elastisitas Tanah Lempung yang telah Distabilisasi Geopolimer. ....	25
4.3.1 Pengaruh Alkali Aktivator terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas.....	25
4.3.2 Pengaruh Alkali Aktivator pada terhadap Nilai Modulus Elastisitas .....	26

4.4 Pengaruh Suhu Pemeraman pada Tanah Lempung terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas dan Modulus Elastisitas yang telah Distabilisasi dengan Geopolimer. ....	27
4.4.1 Pengaruh Suhu Pemeraman terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas .....	27
4.4.2 Pengaruh Suhu Pemeraman dan Molaritas pada Tanah Lempung terhadap Nilai Modulus Elastisitas .....	29
4.5 Pengaruh Durasi Pemeraman dan Molaritas terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas dan Modulus Elastisitas Tanah Lempung yang telah Distabilisasi Geopolimer. ....	30
4.5.1 Pengaruh Umur Pemeraman pada Tanah Lempung terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas .....	30
4.5.2 Pengaruh Umur Pemeraman pada Tanah Lempung terhadap Nilai Modulus Elastisitas .....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	33
5.1 Kesimpulan .....	33
5.2 Saran .....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN .....	41



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data pengujian sifat fisis tanah .....	13
Tabel 3. 2 Variasi kadar benda Uji .....	19
Tabel 4. 1 Hasil uji kuat tekan bebas seluruh variasi benda uji .....	22
Tabel 4. 2 Hasil uji modulus elastisitas seluruh variasi benda uji .....	22

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik hubungan tegangan dengan regangan (Duncan dan Bursey, 2013) .....	11
Gambar 3. 1 Lokasi pengambilan sampel tanah ( <i>Google earth, 2024</i> ) .....	12
Gambar 3. 2 Sampel Tanah Lempung .....	12
Gambar 3. 3 Bahan Alkali Aktivator : (a) Sodium silikat dan (b) Sodium hidroksida.....	13
Gambar 3. 4 Fly ash tipe atau abu terbang tipe F.....	14
Gambar 3. 5 Cetakan benda uji (a) Cetakan silinder, (b) Plat Penyangga, (c) Besi pematat.....	15
Gambar 3. 6 Peralatan uji tekan bebas (a) Mesin UCS (b) Komputer.....	16
Gambar 3. 7 Diagram alir penelitian.....	17
Gambar 3. 8 Contoh hasil cetakan benda uji .....	20
Gambar 4. 1 Pengaruh konsentrasi molaritas terhadap nilai kuat tekan bebas waktu pemeraman 7 hari pada suhu 26°C .....	23
Gambar 4. 2 Pengaruh konsentrasi molaritas terhadap nilai modulus elastisitas waktu pemeraman 7 hari pada suhu 26°C .....	24
Gambar 4. 3 Pengaruh rasio alkali aktivator terhadap nilai kuat tekan bebas yang telah di peram 7 hari pada suhu 26°C .....	25
Gambar 4. 4 Pengaruh rasio alkali aktivator terhadap nilai modulus elastisitas yang telah di peram 7 hari pada suhu 26°C .....	26
Gambar 4. 5 Pengaruh suhu dan molaritas pada nilai kuat tekan bebas dengan rasio alkali aktivator 1 pada pemeraman 7 hari .....	27
Gambar 4. 6 Pengaruh suhu dan molaritas pada nilai kuat tekan bebas dengan alkali aktivator 2 pada pemeraman 7 hari.....	28
Gambar 4. 7 Nilai modulus elastisitas pada suhu tinggi pada umur pemeraman 7 hari .....	29
Gambar 4. 8 Pengaruh pemeraman dengan rasio alkali aktivator 1 suhu 26°C terhadap nilai kuat tekan bebas.....	30
Gambar 4. 9 Nilai modulus elastisitas pada umur pemeraman 7 dan 14 hari pada suhu ruang 26°C .....	32

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
A	[L <sup>2</sup> ]	Luas bidang permukaan saat pembebanan
A <sub>0</sub>	[L <sup>2</sup> ]	Luas permukaan awal bidang
c	[ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	Kohesi
e	[-]	Angka pori
G <sub>s</sub>	[-]	Berat Jenis
L	[L]	Tinggi awal benda uji
P	[MLT <sup>-2</sup> ]	Beban Aksial
$\tau$	[MLT <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	Kuat geser tanah
$\sigma$	[MLT <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	Tegangan geser
$\phi$	[°]	Sudut gesek internal
q <sub>u</sub>	[MLT <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	Tegangan ultimit
q <sub>r</sub>	[MLT <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	Tegangan residu
$\varepsilon$	[%]	Regangan
I <sub>B</sub>	[-]	Indeks kegetasan/ brittleness index

## DAFTAR SINGKATAN

UCS	: <i>Unconfined Compressive Strength</i>
USCS	: <i>Unified Soil Classification System</i>
AASHTO	: <i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PL	: <i>Plastic Limit</i>
I <sub>B</sub>	: <i>Brittleness Index</i>
LL	: <i>Liquid Limit</i>
MDD	: <i>Maximum Dry Density</i>
OMC	: <i>Optimum Moisture Content</i>
PI	: <i>Plasticity Index</i>
NaOH	: Sodium Hidroksida
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	: Sodium Silikat
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Aluminium Oksida
AlO <sub>4</sub>	: Aluminium Hidrokisda
SiO <sub>2</sub>	: Silikon Dioksida
SiO <sub>4</sub>	: Silikon Tetraoksida
CO <sub>2</sub>	: Karbon Dioksida
M	: Molar
AA	: Alkali Aktivator

## DAFTAR ISTILAH

1. Kuat Tekan Bebas  
Kuat tekan bebas adalah ukuran kekuatan suatu benda uji untuk menahan beban akibat tegangan aksial yang diberikan secara terus menerus sampai mengalami keruntuhan tanpa ada tekanan arah samping benda uji.
2. Modulus Elastisitas  
Modulus elastisitas adalah rasio antara tegangan yang diterapkan pada material dan regangan yang dihasilkan.
3. Alkali aktivator  
Aktivator adalah unsur atau zat yang digunakan untuk mengaktifkan bahan pozzolan sehingga dapat bereaksi kimiawi untuk membentuk material yang kuat dan tahan lama. Aktivator terdiri dari larutan alkali seperti sodium silikat dan sodium hidroksida, atau kombinasi keduanya.
4. Geopolimer  
Geopolimer adalah senyawa anorganik alumino silikat yang disintesis dari bahan yang mengandung Silika serta Aluminium melalui proses polimerisasi. Dalam reaksi polimerisasi ini, Aluminium (Al) dan Silika (Si) mempunyai peranan penting dalam ikatan polimerisasi
5. Polimerisasi  
Polimerisasi adalah proses mereaksikan molekul monomer bersama-sama dalam reaksi kimia untuk membentuk jaringan atau rantai polimer tiga dimensi
6. Polimer  
Polimer adalah rantai atom yang panjang dan berulang, dibentuk oleh ikatan dalam bentuk molekul identic yang disebut monomer
7. Pozzolan  
Pozzolan merupakan bahan mengandung silikat dan alumina, tidak memiliki sifat ikatan yang sama seperti semen namun memiliki tekstur halus dengan adanya air, senyawa tersebut beraksi menjadi hidrasi.