

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH SUHU PEMERAMAN *CLAY SHALE* YANG  
DISTABILISASI GEOPOLIMER *FLY ASH* TERHADAP KUAT  
TEKAN BEBAS**



**Disusun oleh:**

**Lia Indriani**

**20200110096**

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

**2024**

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH SUHU PEMERAMAN *CLAY SHALE* YANG  
DISTABILISASI GEOPOLIMER *FLY ASH* TERHADAP KUAT  
TEKAN BEBAS**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik  
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Lia Indriani**

**20200110096**

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

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lia Indriani  
NIM : 20200110096  
Judul : Pengaruh Suhu Pemeraman *Clay Shale* yang Distabilisasi Geopolimer *Fly Ash* terhadap Kuat Tekan Bebas

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 dikemudian 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, 23 Februari 2024

Yang membuat pernyataan



Lia Indriani

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lia Indriani

NIM : 20200110096

Judul : Pengaruh Suhu Pemeraman *Clay Shale* yang Distabilisasi Geopolimer *Fly Ash* terhadap Kuat Tekan Bebas

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Efek Stabilisasi Geopolimer terhadap Konsistensi dan Kuat Tekan Tanah *Clay Shale* dan didanai melalui skema hibah Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2023 dengan nomor hibah 246/SK-FT.UMY/PN/II/2023.

Yogyakarta, 2 April 2024

Penulis,



Lia Indriani

Dosen Peneliti,



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

Dosen Anggota Peneliti,




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

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah SWT dan mengucapkan syukur Alhamdulillah atas karunia-Nya, yang telah memberikan saya petunjuk dan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dengan segala kerendahan hati, Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua Orang Tua saya, Bapak Mohammad Sayadi dan Ibu Sri Romlah, serta adik Nia Febriani. Terima kasih atas segala do'a, motivasi dan dukungan sehingga saya bisa berada di titik ini. Sehat selalu agar bisa berada di setiap perjalanan dan pencapaian hidup saya. Semoga dengan terselesainya Tugas Akhir ini bisa menjadi pembuka langkah saya untuk membuat kalian bahagia.
2. Bapak Dr. Ir. Edi Hartono, S.T., M.T. yang telah membimbing dan memberikan ilmunya dalam pengerjaan Tugas Akhir ini sehingga dapat terselesaikan. Serta Bapak dan Ibu dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah mengajarkan berbagai ilmu yang bermanfaat.
3. Teman-teman Geopolimer yang telah menciptakan kerjasama yang baik dalam menjalankan proses penelitian.
4. NIM 20200110101, terimakasih telah kebersamai dari awal semester hingga saat ini. Telah membantu banyak hal dalam menjalankan perkuliahan ini, semoga bisa sama-sama sukses dalam mencapai tujuan masing-masing.
5. Diri sendiri, terimakasih telah berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri sendiri sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik dan semaksimal mungkin. Ini adalah pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

## PRAKATA

  
*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh suhu pemeraman pada tanah *clay shale* yang distabilisasi geopolimer terhadap uji kuat tekan bebas.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,
2. Bapak Dr. Ir. Edi Hartono, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir,
3. Ibu Dr. Willis Diana, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir,
4. Kedua Orang Tua dan adik saya yang saya sayangi,
5. Teman-teman Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

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, 23 Februari 2024

Penyusun

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	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.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori .....	9
2.2.1 Kuat tarik beton.....	9
2.2.2 <i>Secant</i> Modulus ( $E_{s0}$ ) .....	13
2.2.3 <i>Brittleness Index</i> (IB).....	13
BAB III. METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Bahan atau Materi.....	14
3.2 Alat .....	16
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.4 Tahapan Penelitian.....	19

3.4.1	<i>Mix Design</i> .....	21
3.4.2	Persiapan Bahan .....	21
3.4.3	Pembuatan Benda Uji.....	22
3.4.4	Pemeraman Benda Uji.....	23
3.4.5	Pengujian Tekan Bebas .....	23
3.4.6	Pengujian Kadar Air.....	25
3.5	Analisis Data.....	25
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		26
4.1	Hasil Uji Kuat Tekan Bebas .....	26
4.2	Pengaruh Suhu Pemeraman pada <i>Clay Shale</i> yang telah Distabilisasi Geopolimer terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas .....	26
4.3	Pengaruh Rasio Alkali Aktivator terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas .....	28
4.4	Pengaruh Stabilisasi Geopolimer pada Tanah <i>Clay Shale</i> terhadap Nilai <i>Secant</i> Modulus .....	29
4.5	Pengaruh Stabilisasi Geopolimer Berbasis <i>Fly Ash</i> pada Tanah <i>Clay Shale</i> terhadap Nilai <i>Brittleness Index (I<sub>B</sub>)</i> .....	30
BAB V.. KESIMPULAN DAN SARAN.....		32
5.1	Kesimpulan .....	32
5.2	Saran .....	33
DAFTAR PUSTAKA .....		34
LAMPIRAN .....		38



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Hasil pengujian sifat fisis tanah (Hartono dkk., 2021) .....	14
Tabel 3. 2 <i>Mix Design</i> benda uji .....	21
Tabel 4. 1 Hasil uji kuat tekan bebas semua variasi benda uji.....	26

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis keruntuhan benda uji (ASTM, 2009) .....	11
Gambar 2. 2 Kondisi pembebanan benda uji tekan bebas (Muntohar, 2009).....	12
Gambar 2. 3 Kurva tegangan-regangan (Muntohar, 2009).....	12
Gambar 2. 4 Kurva <i>Secant</i> Modulus ( $E_{50}$ ) (Tankiewicz dkk., 2021) .....	13
Gambar 3. 1 Tanah <i>clay shale</i> .....	14
Gambar 3. 2 <i>Fly ash</i> .....	15
Gambar 3. 3 Alkali aktivator (a) Sodium Hidroksida (b) Sodium Silikat .....	16
Gambar 3. 4 Air destilasi .....	16
Gambar 3. 5 Alat Uji UCS (a) Mesin penekan (b) komputer .....	17
Gambar 3. 6 Cetakan.....	17
Gambar 3. 7 Timbangan.....	18
Gambar 3. 8 Jenis saringan (a) Saringan No. 40 (b) Saringan No. 200 .....	18
Gambar 3. 9 Kaliper.....	19
Gambar 3.10 Oven .....	19
Gambar 3.11 <i>Flowchart</i> alur penelitian .....	20
Gambar 3.12 Benda uji setelah di cetak.....	22
Gambar 3.13 Proses pemeraman (a) Dengan oven (b) Dengan suhu ruang .....	23
Gambar 3.14 Peletakan benda uji.....	24
Gambar 3.15 Pengaturan arloji ukur .....	24
Gambar 3.16 Pengujian kuat tekan bebas .....	25
Gambar 4. 1 Hasil pengujian kuat tekan bebas berdasarkan suhu pemeraman ...	27
Gambar 4. 2 Hasil stabilisasi geopolimer terhadap nilai <i>secant</i> modulus .....	28
Gambar 4. 3 Hasil stabilisasi geopolimer terhadap nilai <i>secant</i> modulus .....	29
Gambar 4. 4 Hasil stabilisasi geopolimer terhadap nilai <i>brittleness index</i> .....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan <i>Mix Design</i> Benda Uji.....	38
Lampiran 2. Hasil Uji Kadar Air.....	41
Lampiran 3. Hasil Analisis Uji Kuat Tekan Bebas .....	42

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
A	[L <sup>2</sup> ]	Luas penampang saat pembebanan
A <sub>0</sub>	[L <sup>2</sup> ]	Luas penampang awal
$\varepsilon$	[%]	Regangan
$\Delta L$	[L]	Perubahan tinggi benda uji
L <sub>0</sub>	[L]	Tinggi awal benda uji
P	[MLT <sup>-2</sup> ]	Beban aksial
E <sub>50</sub>	[ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	<i>Secant</i> modulus elastisitas
q <sub>p</sub>	[ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	Tegangan puncak
q <sub>r</sub>	[ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	Tegangan residu
I <sub>B</sub>	[-]	Indeks kegetasan / <i>brittleness index</i>

## DAFTAR SINGKATAN

UCS	: <i>Unconfined Compressive Strength</i>
NaOH	: Natrium Hidroksida
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	: Natrium Silikat
MDD	: <i>Maximum Dry Density</i>
OMC	: <i>Optimum Moisture Content</i>
M	: Molaritas
$I_B$	: <i>Brittleness Index</i>
ASTM	: <i>American Society for Testing and Materials</i>
SiO <sub>2</sub>	: Silikon
Si	: Silika
LAA	: Larutan Alkali Aktivator
PLTU	: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
CaO	: Kalsium Oksida
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Aluminium Oksida
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Ferioksida
LL	: Liquid Limit (Batas Cair)
PI	: Plastic Limit (Batas Plastis)
USCS	: <i>Unified Soil Classification System</i>

## DAFTAR ISTILAH

1. *Unconfined Compressive Strength*  
Kuat Tekan Bebas merupakan nilai tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji sebelum mengalami keruntuhan.
2. Alkali Aktivator  
Alkali aktivator merupakan zat/molekul yang berfungsi untuk mempercepat reaksi unsur lain.
3. Geopolimer  
Geopolimer adalah senyawa anorganik alumino silikat yang disintesis dari bahan yang mengandung Aluminium dan Silika melalui proses geopolimerisasi.
4. Geopolimerisasi  
Geopolimerisasi merupakan proses aktivasi bahan prekursor yang berupa alumina silika dengan larutan basa berupa alkali aktivator.
5. *Secant* Modulus  
*Secant* Modulus merupakan kemiringan garis lurus dari titik asal hingga setengah titik tegangan keruntuhan.
6. *Brittleness Index*  
*Brittleness Index* adalah indeks kerapuhan suatu spesimen yang bernilai 0 sampai 1 yang menunjukkan perilaku daktai atau getas.