

**TUGAS AKHIR**

**UJI *UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH* PADA  
STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN  
METODE GEOPOLIMER DENGAN *FLY ASH* DAN *EGG  
SHELL POWDER* SEBAGAI PREKURSOR**



**Disusun oleh:**

**Fatimah Razak Imron**

**20170110074**

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

**2022**

**TUGAS AKHIR**

**UJI *UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH* PADA  
STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN  
METODE GEOPOLIMER DENGAN *FLY ASH* DAN *EGG  
SHELL POWDER* SEBAGAI PREKURSOR**

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



**Fatimah Razak Imron**

**20170110074**

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

**2022**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fatimah Razak Imron  
NIM : 20170110074  
Judul : Uji *Unconfined Compressive Strength* pada Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Metode Geopolimer dengan *Fly Ash* dan *Egg Shell Powder* sebagai Prekursor

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, 16 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fatimah Razak Imron

NIM : 20170110074

Judul : Uji *Unconfined Compressive Strength* pada Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Metode Geopolimer dengan *Fly Ash* dan *Egg Shell Powder* sebagai Prekursor

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Uji *Unconfined Compressive Strength* pada Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Metode Geopolimer dengan *Fly Ash* sebagai Prekursor dan didanai melalui skema hibah Penelitian Program Peningkatan Tri Dharma Perguruan Tinggi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada tahun 2021 oleh Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2021 dengan nomor hibah 554/PEN-LP3M/III/2021.

Yogyakarta, 18 Agustus 2023

Penulis,



Fatimah Razak Imron

Dosen Peneliti,



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

Dosen Anggota Peneliti,



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

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Sebagai tanda hormat dan terima kasih, Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua, saudara, serta keluarga besar saya,

Kepada Ibu Dr. Willis Diana, S.T., M.T. yang telah bersabar membimbing, memotivasi, dan membagikan ilmunya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Serta Bapak/Ibu Dosen Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah mengajar dan membagikan ilmu-ilmu bermanfaat.

Kepada teman-teman saya yang ada di Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan pihak lainnya yang sudah memberikan dukungan dan dorongan sehingga saya dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi agama, bangsa, dan negara.

## 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 pada tugas akhir ini bertujuan untuk mengkaji hasil uji *unconfined compressive strength* stabilisasi tanah lempung menggunakan metode geopolimer dengan *fly ash* sebagai prekursor.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya penyusun dapat menyelesaikannya dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan banyak 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. Ibu Dr. Ir. Wilis Diana, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir,
3. Bapak Dr. Ir. Edi Hartono, S.T., 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.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, Agustus 2023

Penyusun

## DAFTAR ISI

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 .....	2
1.3 Lingkup Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	8
BAB III. METODE PENELITIAN .....	13
3.1 Bahan atau Material .....	13
3.2 Alat .....	16
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian .....	18
3.4 Tahapan Penelitian .....	18
3.4.1 <i>Mix Design</i> .....	19
3.4.2 Pencetakan Benda Uji .....	20
3.4.4 Uji Tekan Bebas .....	21
3.5 Analisis Data .....	22
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....	23

4.1 Uji Kuat Tekan Bebas.....	23
4.2 Pengaruh umur pemeraman ( <i>curing</i> ) terhadap nilai kuat tekan pada tanah lempung yang telah distabilisasi geopolimer.....	23
4.3 Pengaruh konsentrasi molaritas terhadap nilai kuat tekan bebas.....	25
4.4 Pengaruh penambahan ESP terhadap nilai kuat tekan bebas.....	27
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	28
5.1 Kesimpulan .....	28
5.2 Saran .....	28
DAFTAR PUSTAKA .....	30
LAMPIRAN.....	32



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data pengujian sifat fisis dan mekanis tanah Finanda (2020) .....	14
Tabel 3. 2 <i>Mix design</i> .....	20
Tabel 4. 1 Hasil uji kuat tekan bebas .....	23

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan tegangan dan regangan .....	9
Gambar 2. 2 Variasi keruntuhan benda uji (ASTM, 2009a) .....	12
Gambar 3. 1 (a) tanah lempung dan (b) tanah lempung lolos saringan No. 40 ....	13
Gambar 3. 2 (a) sodium silikat dan (b) sodium hidroksida.....	14
Gambar 3. 3 Abu terbang atau <i>fly ash</i> tipe F.....	15
Gambar 3. 4 (a) cangkang telur, (b) ESP lolos saringan No. 200 dan (c) ESP hasil kalsinasi .....	15
Gambar 3. 5 (a) Tampak samping cetakan, (b) Tampak atas cetakan, (c) Tabung cetakan, (d) Penekan, (e) Pelat ganjal atau penutup bawah.....	16
Gambar 3. 6 Unit alat tekan bebas (a) Mesin UCS (b) Komputer .....	17
Gambar 3. 7 Diagram alir pengujian.....	19
Gambar 3. 8 Pemeraman benda uji .....	21
Gambar 3. 9 Pengujian tekan bebas (UCS).....	21
Gambar 4. 1 Diagram hubungan antara umur dan kuat tekan bebas benda uji dengan 80% tanah dan 20% FA.....	24
Gambar 4. 2 Diagram hubungan antara umur dan kuat tekan bebas benda uji dengan 80% tanah dengan 15% FA dan 5% ESP .....	24
Gambar 4. 3 Grafik hubungan antara umur dan kuat tekan bebas pada konsentrasi 5M.....	26
Gambar 4. 4 Grafik hubungan antara umur dan kuat tekan bebas pada konsentrasi 10M.....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Campuran Bahan ( <i>Mix Design</i> ) Benda Uji .....	32
Lampiran 2 Hasil pengujian tekan bebas .....	35

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
A	[L <sup>2</sup> ]	Luas bidang saat menerima beban
A <sub>0</sub>	[L <sup>2</sup> ]	Luas awal bidang sebelum menerima beban
c	[ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	Kohesi
DR	[%]	Rasio densitas / <i>Density ratio</i>
e <sub>min</sub>	[-]	Angka pori minimum
e <sub>max</sub>	[-]	Angka pori maksimum
G <sub>s</sub>	[-]	Berat jenis
L	[L]	Tinggi benda uji awal
ΔL	[L]	Perubahan tinggi benda uji
P	[MLT <sup>-2</sup> ]	Beban aksial
τ	[ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	Kuat geser tanah
σ	[ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	Tegangan geser
∅	[°]	Sudut gesek internal
q <sub>u</sub>	[ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	Tegangan ultimit
q <sub>r</sub>	[ML <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup> ]	Tegangan residu
ε	[%]	Regangan

## DAFTAR SINGKATAN

UCS	:	<i>Unconfined Compressive Strength</i>
FA	:	<i>Fly Ash</i>
ESP	:	<i>Egg Shell Powder</i>
NaOH	:	Natrium Hidroksida
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	:	Natrium Silikat
USCS	:	<i>Unified Soil Classification System</i>
AASHTO	:	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>

## DAFTAR ISTILAH

1. *Unconfined Compressive Strength*  
Kuat Tekan bebas, yaitu nilai tegangan aksial maksimum (*peak*) pada uji kuat tekan hingga benda uji mengalami keruntuhan.
2. Alkali Aktivator  
Alkali aktivator merupakan larutan yang menyebabkan reaksi unsur lain apabila dicampurkan.
3. Geopolimer  
Geopolimer adalah senyawa anorganik dari sintesis material silika-alumina. Senyawa ini terdiri dari rantai ikatan yang kovalen dan terbentuk melalui proses geopolimerisasi.
4. Geopolimerisasi  
Geopolimerisasi adalah proses kompleks dari reaksi kimia dari suatu senyawa menjadi senyawa lain. Dalam konteks ini, senyawa yang beraksi adalah material silika alumina menjadi geopolimer yang berbentuk gel.
5. Prekursor  
Reaksi kimia dari senyawa yang sudah ada untuk menghasilkan senyawa lain.