

**TUGAS AKHIR**

**UJI TRIAKSIAL *UNCONSOLIDATED UNDRAINED* PADA  
TANAH LANAU YANG DISTABILISASI GEOPOLIMER *FLY*  
*ASH* DAN BUBUK CANGKANG TELUR**



**Disusun Oleh :**

**Nur Hasan Syarif Hidayat**

**20170110059**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2021**

**TUGAS AKHIR**

**UJI TRIAKSIAL *UNCONSOLIDATED UNDRAINED* PADA  
TANAH LANAU YANG DISTABILISASI GEOPOLIMER *FLY*  
*ASH* DAN BUBUK CANGKANG TELUR**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik

Di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Nur Hasan Syarif Hidayat**

**20170110059**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYA YOGYAKARTA**

**2021**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Hasan Syarif Hidayat  
NIM : 20170110059  
Judul : Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained* Pada Tanah Lanau yang Distabilisasi Geopolimer *Fly Ash* dan Bubuk Cangkang Telur

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, 30 Juli 2021

Yang membuat pernyataan



Nur Hasan Syarif Hidayat

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Hasan Syarif Hidayat  
NIM : 20170110059  
Judul : Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained* Pada Tanah Lanau yang Distabilisasi Geopolimer *Fly Ash* dan Bubuk Cangkang Telur

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul **Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained* Pada Tanah Lanau yang Distabilisasi Geopolimer *Fly Ash* dan Bubuk Cangkang Telur** dan didanai melalui skema Hibah Penelitian Program Peningkatan Tri Dharma Perguruan Tinggi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada tahun 2021 oleh Lembaga Penelitian, Publikasi, dan Pengabdian Masyarakat UMY Tahun Anggaran 2020/2021 dengan No:554/PEN-LP3M/III/2021

Yogyakarta, 30 Juli 2021

Penulis,



Nur Hasan Syarif Hidayat

Dosen Peneliti,



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

Dosen Anggota Peneliti 1,



Ir. Anita Widianti, M.T.

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya, kakak dan adik  
serta keluarga besar saya,

Teman – teman saya yang ada di Kampus Universitas Muhammadiyah  
Yogyakarta,

Pihak lainnya yang sudah memberikan dukungan kepada saya sehingga saya dapat  
menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT. Sholawat serta salam 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 berjudul “Uji Triaksial *Unconsolidated Undrained* pada Tanah Lanau yang Distabilisasi Geopolimer *Fly Ash* dan Bubuk Cangkang Telur.

Selama menyusun tugas akhir ini, banyak sekali halangan dan rintangan dihadapi oleh penyusun, akan tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan motivasi dari berbagai pihak akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin mengucapkan terimakasih kepada atas dorongan dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian dilakukan 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. Willis Diana, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir,
3. Ibu Ir. Anita Widianti, M.T. selaku dosen penguji Tugas Akhir,
4. Kedua orang tua.

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, 30 Juli 2021

  
Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	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.....	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN .....	xv
DAFTAR ISTILAH .....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
<i>ABSTRACT</i> .....	xviii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
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 .....	10
2.2.1 Kuat Geser Tanah .....	10
2.2.2 Pengujian Triaksial <i>Uncosolidated Undrained</i> .....	13
BAB III. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Bahan Penelitian .....	18
3.2 Alat .....	21
3.3 Tempat dan waktu penelitian .....	26
3.4 Tahapan Penelitian .....	26

3.4.1 Persiapan Benda Uji.....	27
3.4.2 Mix Design Benda Uji .....	27
3.4.3 Pencampuran dan Cetak Benda Uji .....	28
3.4.4 Pengujian Triaksial .....	30
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Hasil Pengujian Triaksial <i>Unconsolidated Undrained</i> .....	34
4.1.1 Hubungan Regangan dan Tegangan .....	34
4.1.2 Nilai Kohesi dan Sudut Geser Internal Tanah .....	40
4.2 Pengaruh penambahan kadar <i>fly ash</i> (FA) dan <i>egg shell powder</i> (ESP) terhadap nilai parameter kuat geser tanah .....	43
4.3 Pengaruh pemberian molaritas alkali aktivator terhadap nilai parameter kuat geser tanah .....	45
4.4 Pengaruh umur pemeraman terhadap nilai parameter kuat geser tanah .....	47
4.5 Pengaruh geopolymer <i>fly ash</i> (FA) dan <i>egg shell powder</i> (ESP) terhadap nilai kuat geser tanah.....	49
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>52</b>
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran .....	53
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>54</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi <i>Fly ash</i> (Wardani, 2008) .....	5
Tabel 3.1 Hasil pengujian parameter tanah menurut <i>USCS</i> .....	19
Tabel 3.2 Komposisi <i>mix design</i> .....	28
Tabel 4.1 Nilai tegangan benda uji 5 molar .....	38
Tabel 4.2 Nilai tegangan benda uji 10 molar .....	39
Tabel 4.3 Persentase perubahan nilai tegangan deviator dalam pemberian variasi kadar <i>fly ash</i> (FA) dan <i>Egg shell powder</i> (ESP).....	39
Tabel 4.4 Nilai tegangan deviator .....	40
Tabel 4.5 Nilai kohesi dan sudut gesek internal .....	43
Tabel 4.6 Pengaruh geopolimer <i>fly ash</i> (FA) dan <i>egg shell powder</i> (ESP) terhadap nilai kuat geser tanah .....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Reaksi geopolimer dengan precursor (Singh, 2018) (b) Reaksi utama geopolimer (Sing, 2018) .....	6
Gambar 2.2 Reaksi <i>egg shell powder</i> (James dkk. 2018) .....	6
Gambar 2.3 Kriteria kegagalan Mohr-Coulomb (Muntohar,2009).....	11
Gambar 2.4 Lingkaran Mohr (Muntohar,2009) .....	12
Gambar 2.5 Modifikasi lingkaran Mohr (Muntohar,2009).....	13
Gambar 2.6 Lingkaran Mohr saat terjadi keruntuhan pada uji triaksial <i>unconsolidated undrained</i> (Muntohar, 2009).....	14
Gambar 2.7 Lingkaran Mohr tegangan total dan garis kegagalan (Muntohar,2009) .....	15
Gambar 3.1 Bongkahan tanah lanau .....	18
Gambar 3.2 Tanah lanau lolos saringan no.40.....	18
Gambar 3.3 <i>Fly ash</i> (FA) lolos saringan no.200.....	20
Gambar 3.4 Cangkang telur sudah dicuci .....	20
Gambar 3.5 Serbuk Soda Api (NaOH) .....	21
Gambar 3.6 Larutan ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ).....	21
Gambar 3.7 Cetakan benda uji .....	22
Gambar 3.8 Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram .....	22
Gambar 3.9 Timbangan dengan ketelitian 0,5 gram .....	22
Gambar 3.10 Gelas ukur 1000 ml .....	23
Gambar 3.11 <i>Oven</i> .....	24
Gambar 3.12 Saringan no.40.....	24
Gambar 3.13 Saringan no.200.....	24
Gambar 3.14 Baskom plastic .....	24
Gambar 3.15 Spatula.....	25
Gambar 3.16 Alat uji triaksial.....	25
Gambar 3.17 Diagram alir penelitian.....	26
Gambar 3.18 Benda uji setelah dicetak.....	29
Gambar 3.19 Pemeraman benda uji .....	30
Gambar 3.20 Pemasangan benda uji .....	31
Gambar 3.21 Proses uji triaksial UU .....	31
Gambar 3.22 Pembacaan uji triaksial.....	32
Gambar 3.23 Benda uji sebelum pengujian .....	32
Gambar 3.24 Benda uji setelah pengujian.....	32
Gambar 4.1 Hubungan tegangan dan regangan pada tanah lanau 7 hari pemeraman dengan kadar 5M 80% Tanah 20% FA .....	34
Gambar 4.2 Hubungan tegangan dan regangan pada tanah lanau 7 hari pemeraman dengan kadar 5M 80% Tanah 15% FA 5% ESP .....	35
Gambar 4.3 Hubungan tegangan dan regangan pada tanah lanau 28 hari pemeraman dengan kadar 5M 80% Tanah 20% FA .....	35
Gambar 4.4 Hubungan tegangan dan regangan pada tanah lanau 28 hari	

pemeraman dengan kadar 5M 80% Tanah 15% FA 5% ESP .....	36
Gambar 4.5 Hubungan tegangan dan regangan pada tanah lanau 7 hari pemeraman dengan kadar 10M 80% Tanah 20% FA .....	36
Gambar 4.6 Hubungan tegangan dan regangan pada tanah lanau 7 hari pemeraman dengan kadar 10M 80% Tanah 15% FA 5% ESP .....	37
Gambar 4.7 Hubungan tegangan dan regangan pada tanah lanau 28 hari pemeraman dengan kadar 10M 80% Tanah 20% FA .....	37
Gambar 4.8 Hubungan tegangan dan regangan pada tanah lanau 28 hari pemeraman dengan kadar 10M 80% Tanah 15% FA 5% ESP .....	38
Gambar 4.9 Lingkaran mohr tanah lanau 7 hari kadar 5M 80% Tanah 20% FA .....	40
Gambar 4.10 Lingkaran mohr tanah lanau 7 hari kadar 5M 80% Tanah 15% FA 5% ESP .....	41
Gambar 4.11 Lingkaran mohr tanah lanau 28 hari kadar 5M 80% Tanah 20% FA .....	41
Gambar 4.12 Lingkaran mohr tanah lanau 28 hari kadar 5M 80% Tanah 15% FA 5% ESP .....	41
Gambar 4.13 Lingkaran mohr tanah lanau 7 hari kadar 10M 80% Tanah 20% FA .....	42
Gambar 4.14 Lingkaran mohr tanah lanau 7 hari kadar 10M 80% Tanah 15% FA 5% ESP .....	42
Gambar 4.15 Lingkaran mohr tanah lanau 28 hari kadar 10M 80% Tanah 20% FA .....	42
Gambar 4.16 Lingkaran mohr tanah lanau 28 hari kadar 10M 80% Tanah 15% FA 5% ESP .....	43
Gambar 4.17 Pengaruh variasi <i>fly ash</i> (FA) dan <i>egg shell powder</i> (ESP) terhadap nilai kohesi tanah .....	45
Gambar 4.18 Pengaruh variasi <i>fly ash</i> (FA) dan <i>egg shell powder</i> (ESP) terhadap nilai sudut internal tanah .....	45
Gambar 4.19 Pengaruh pemberian molaritas alkali aktivator terhadap nilai kohesi tanah .....	47
Gambar 4.20 Pengaruh pemberian molaritas alkali aktivator terhadap nilai sudut gesek internal tanah .....	47
Gambar 4.21 Pengaruh Pemeraman terhadap nilai kohesi.....	48
Gambar 4.22 Pengaruh pemeraman terhadap nilai sudut gesek internal tanah.....	49
Gambar 4.23 Nilai kuat geser tanah.....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Perhitungan kadar alkali aktivator
- Lampiran 2. Perhitungan *mix design*
- Lampiran 3. Perhitungan pengujian triaksial
- Lampiran 4. Hasil pengujian triaksial *unconsolidated undrained*
- Lampiran 5. Dokumentasi benda uji

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Satuan	Keterangan
$\tau$	kPa	Tegangan geser
$\sigma$	kPa	Tegangan aksial
$c$	kPa	Kohesi
$\phi$	°	Sudut gesek internal
$A$	m <sup>2</sup>	Luas penampang
$e$		Angka pori
$\varepsilon$	%	Regangan
Gs		Berat jenis
K		Konstanta
LL	%	Batas cair
PL	%	Batas plastis
w	gram	Kadar air
Ww	gram	Berat air
$\gamma_d$	gr/cm <sup>3</sup>	Berat volume kering
$\gamma$	gr/cm <sup>3</sup>	Berat volume basah

## DAFTAR SINGKATAN

FA	: <i>Fly Ash</i>
ESP	: <i>Egg Shell Powder</i>
OMC	: <i>Optimum Measure Content</i>
MDD	: <i>Maximum Dry Density</i>
UCS	: <i>Unconfined Compression Strength</i>
CBR	: <i>California Bearing Ratio</i>
UU	: <i>Unconsolidated Undrained</i>
SS	: <i>Sodium Silikat</i>
SH	: <i>Sodium Hidroksida</i>
OFA	: <i>Original Fly Ash</i>
GFA	: <i>Ground Fly Ash</i>
OPC	: <i>Ordinary Portland Cement</i>

## DAFTAR ISTILAH

1. Geopolimer  
Geopolimer merupakan senyawa non organik alumino silikat yang kemudian disintesis dengan bahan yang memiliki kandungan silika pada proses polimerisasi. Pada proses polimerisasi, aluminium dan silika memiliki peranan yang penting.
2. Polimerisasi  
Polimerisasi merupakan proses reaksi molekul monomer bersama dalam reaksi kimia dan membentuk rantai polimer.
3. Alkali aktivator  
Alkali aktivator adalah unsur atau zat yang dapat menyebabkan unsur lain bereaksi.
4. Prekursor  
Prekursor yaitu suatu bahan perekat digunakan dalam pembentukan geopolimer yang berasal dari limbah industri.
5. Pozzolan  
Pozzolan adalah material tambahan yang mengandung silika dan alumina, tidak memiliki sifat mengikat seperti semen akan tetapi dalam bentuk yang halus dan dengan adanya air maka senyawa – senyawa tersebut akan bereaksi dengan kalsium hidroksida pada suhu normal membentuk senyawa kalsium hidrat yang bersifat hidraulis dan mempunyai angka kelarutan yang rendah.