

**SKRIPSI**

**ANALISIS NILAI KOHESI DAN SUDUT GESER TANAH  
LEMPUNG DI LOKASI KELURAHAN LAPE, KECAMATAN  
AESESA, KABUPATEN NAGEKEO AKIBAT PENAMBAHAN  
*FLY ASH***



**OLEH**

**BONIFASIUS NGAJI NGA'A  
2018310256**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS FLORES  
ENDE  
2022**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS NILAI KOHESI DAN SUDUT GESER TANAH LEMPUNG DI  
LOKASI KELURAHAN LAPE, KECAMATAN AESESA, KABUPATEN  
NAGEKEO AKIBAT PENAMBAHAN FLY ASH**

**SKRIPSI**

**Sebagai Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik Sipil**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**BONIFASIUS NGAJI NGA'A**

**2018310256**

Ende , 20 Agustus 2022

Menyetujui

Pembimbing



**Ir. Veronika Miana Radja, S.T., M.T.**

**NIDN : 0812017001**

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Flores



**Ir. Marselinus Y. Nisanson., ST.MT.IPM**

**NIDN : 0803086901**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS NILAI KOHESI DAN SUDUT GESER TANAH LEMPUNG DI  
LOKASI KELURAHAN LAPE, KECAMATAN AESESA, KABUPATEN  
NAGEKEO AKIBAT PENAMBAHAN FLY ASH**

Oleh :

**BONIFASIUS NGAJI NGA'A**  
**2018310256**

Skripsi/Tugas Akhir ini telah diuji dan dipertanggungjawabkan di depan tim  
penguji ujian Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Flores.

Pada

Hari : Sabtu  
Tanggal : 20  
Bulan : Agustus  
Tahun : 2022

Tim Penguji :

1. **Fransiskus X. Ndale, ST., M.Eng** ..... Penguji I
2. **Ir. Yohanes Laka Suku, ST., MT.,IPM** ..... Penguji II
3. **Ir. Veronika Miana Radja, ST.,MT** ..... Penguji III

Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Teknik Universitas Flores



**Ir. Thomas Aquino A. S., S.T., M.T.**  
**NIDN: 0014077401**





**UNIVERSITAS FLORES  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul:

**“Analisis Nilai Kohesi Dan Sudut Geser Tanah Lempung Di Lokasi Kelurahan Lape, Kecamatan Aesesa, Kabupaten Nagekeo Akibat Penambahan *Fly Ash*”**

Dan dimajukan untuk diuji pada tanggal, 20 Agustus 2022 adalah hasil karya saya.

Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan bahwa gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan pada penulisan aslinya.

Apabila saya melakukan hal tersebut di atas, baik sengaja maupun tidak, dengan ini saya menyatakan menarik skripsi yang saya ajukan sebagai hasil tulisan saya sendiri ini. Bilah kemudian terbukti bahwa saya ternyata melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri, berarti gelar dan ijasah yang telah diberikan oleh Universitas batal saya terima.

Ende, 20 Agustus 2022

Yang Membuat Pernyataan



**BONIFASIUS NGAJI NGA'A**  
**2018310256**

**MOTTO**

"KETIKA USAHAMU DIPERMUDAH DISAAT

ITULAH

DOA ORANG TUAMU SEDANG DIKABULKAN"



## PERSEMBAHAN

Perjalanan perjuangan yang panjang tidak akan berarti tanpa pengorbanan dan campur tangan dari Tuhan, keluarga serta teman-teman. Tidak ada manusia yang dapat berarti bagi dirinya sendiri tanpa membutuhkan orang lain dalam hidupnya. Oleh karena itu karya ini kupersembahkan dengan tulus kepada :

1. Tuhan Allah, Allah Putra Dan Allah Roh kudus yang menjadi sumber segalanya.
2. Almamaterku tercinta Fakultas Teknik Universitas Flores Ende.
3. Yang tercinta kedua orang tuaku, **Donatus Dani** dan Mama **Ludgardis Mbojo** serta keluarga besar yang telah melahirkan, membesarkan, mendidik, membiayai studiku hingga perguruan tinggi dan kini tengah setia menanti keberhasilanku.
4. Pembimbing Ibu **Ir. Veronika Miana Radja, S.T., M.T.** yang telah memberi bimbingan, arahan dan dorongan kepada peneliti.
5. Yang tercinta **Om Karel** tergantung yang sebagian besar telah mengulurkan tangannya membiayai studi saya.
6. Para Alumni, terkhusus **Romaldus Soni, ST, Fidelis Boy Nelson David, ST, Vinsensius Nuwa, ST, Katarina Yoventa Lipat Masan, ST dan Arnoldus W. Rudu, ST.**
7. Teman-teman seperjuangan terkhusus saudara-sadariku Jhen Talo, Charvalo, Mass Riando Banggo, Kengkar Ferlin, Indah Febrianty,

Yasinta Mbindi, Barcesia, Rion, Egy, Maksy, Om Revan, Agin Wesa, Mario Tore, Marton, Vandi, Once, adik Viktore, adik Eduardo dan seluruh teman-teman yang sudah memberi dukungan dalam penyusunan skripsi ini baik secara langsung, maupun tidak langsung.

8. Yang Tersayang Melania Darensa Jija, S.pd selalu setia memberikan dukungan kepada saya secara tulus.
9. Penasihatku Guru **Endong Kapitan, ST**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa menyertai dan membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan judul “Pengaruh Bahan Tambahan Fly Ash Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung”.

Dalam penulisan proposal ini, penulis banyak mendapat bantuan, dukungan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Rektor Universitas Flores Ende, Bapak Dr. Simon Sira Padji, M.A.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Flores Ende, Bapak Thomas Aquino A. S., S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Flores, Bapak Ir. Marselinus Y. Nisanson, S.T., M.T.
4. Ibu Ir. Veronika Miana Radja, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing atas waktu, arahan dan bimbingan yang diberikan kepada penulis selama menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak/Ibu Penguji Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Flores Ende.
6. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Flores
7. Bapak Abdul Endong Kapitan S.T. selaku instruktur di Laboratorium Mekanika Tanah.



8. Bapak/Ibu Pegawai Fakultas Teknik dan Bapak/Ibu Pegawai Program Studi Teknik Sipil.
9. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dalam bentuk doa, semangat dan materi.
10. Teman-teman serta semua pihak yang telah memberikan masukan dan dorongan kepada penulis.

Semoga segala dukungan dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis mendapat berkat yang melimpah dari Tuhan Yang Maha Esa. Semoga apa yang penulis persembahkan ini menjadi berkat bagi banyak orang. Penulis menyadari bahwa proposal ini jauh dari kesempurnaan. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun.

Ende, Agustus 2022

Penulis

## ABSTRAK

**BONIFASIUS NGAJI NGA'A, Pengaruh Bahan Tambahan Fly Ash Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung (dibimbing oleh Veronika Miana Radja).**

---

Tanah lempung di daerah kelurahan Lape, kecamatan Aesesa, kabupaten Nagekeo merupakan tanah yang berbutir halus dan pada umumnya mempunyai plastisitas yang tinggi, permeabilitas sangat rendah dan mempunyai daya dukung yang rendah. Peningkatan stabilitas tanah lempung dapat dilakukan dengan berbagai macam cara perbaikan tanah antara lain, penambahan bahan aditif fly ash dengan kadar tertentu, agar tanah benar-benar padat, kuat dan stabil.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanis tanah lempung serta mengetahui pengaruh bahan tambahan *fly ash* terhadap nilai kohesi dan sudut geser tanah. Pengambilan data sampel tanah dilakukan dengan menggunakan dua cara yaitu kondisi terganggu dan tidak terganggu serta pengujian laboratorium meliputi analisa Atterberg, analisa saringan, *specific gravity*, berat volume tanah dan analisa sudut geser (*direct shear test*). Selanjutnya dilakukan pengujian penambahan *fly ash* terhadap tanah lempung dengan prosentase campuran 0% sampai dengan 20%.

Hasil pengujian menunjukkan sampel tanah asli di lokasi Kelurahan Lape, Kecamatan Aesesa, Kabupaten Nagekeo digolongkan dalam kelompok tanah A-7-5 menurut klasifikasi AASHTO, dengan jenis tanah berlempung. Sedangkan menurut USCS, tanah tersebut dapat diklasifikasikan sebagai tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi (CH). Selanjutnya pengujian dengan penambahan *fly ash* nilai indeks plastisitas tanahnya mengalami penurunan dari 0% sebesar 23,05% hingga 20 % sebesar 17,70%, nilai berat jenis tanah mengalami peningkatan yaitu dari 0% sebesar 2,312 sampai 20% sebesar 2,981 dan berat volume tanah kering maksimum ( $\gamma_{dmax}$ ) mengalami peningkatan pada campuran 5 % sebesar 1,44 gr/cc selanjutnya mengalami penurunan hingga 20 % sebesar 1,325 gr/cc. Pengujian sudut geser langsung (*direct shear test*) setelah dicampur dengan *fly ash* nilai kohesi dan sudut geser tanahnya mengalami kenaikan yang signifikan. Dimana nilai kohesi dari 0% sebesar 0,21 gr/cm<sup>2</sup> sampai 20% sebesar 0,27 gr/cm<sup>2</sup> dan nilai sudut geser dari 0% sebesar 39,40° sampai 20% sebesar 47,80°.

**Kata Kunci: Tanah lempung, fly ash, kohesi, sudut geser**

## ABSTRACT

### **BONIFASIUS NGA'A NGA'A, Effect of Fly Ash Additive on the Carrying Capacity of Clay (supervised by Veronika Miana Radja).**

---

Clay soils in the Lape sub-district, Aesesa sub-district, Nagekeo district are fine-grained soils and generally have high plasticity, very low permeability and low bearing capacity. Increasing the stability of clay soils can be done by various methods of soil improvement, including the addition of fly ash additives at a certain level, so that the soil is really dense, strong and stable.

This study aims to determine the physical and mechanical characteristics of the clay and to determine the effect of fly ash additives on the cohesion value and shear angle of the soil. Soil sample data was collected using two methods, namely disturbed and undisturbed conditions and laboratory testing including Atterberg analysis, sieve analysis, specific gravity, soil volume weight and direct shear test. Furthermore, testing of the addition of fly ash to clay soil with a mixture percentage of 0% to 20%.

The test results show that the original soil sample at the Lape Village, Aesesa District, Nagekeo Regency is classified in the A-7-5 soil group according to the AASHTO classification, with clay soil type. Meanwhile, according to USCS, the soil can be classified as inorganic clay with high plasticity (CH). Furthermore, testing with the addition of fly ash, the value of the soil plasticity index decreased from 0% by 23.05% to 20% by 17.70%, the value of the specific gravity of the soil increased from 0% by 2.312 to 20% by 2.981 and the weight of the soil volume maximum dryness ( $\gamma_{dmax}$ ) increased in 5% mixture of 1.44 gr/cc then decreased to 20% by 1.325 gr/cc. The direct shear test after being mixed with fly ash, the cohesion value and the shear angle of the soil experienced a significant increase, where the cohesion value from 0% was 0.21 gr/cm<sup>2</sup> to 20% was 0.27 gr/cm<sup>2</sup> and shear angle value from 0% by 39.40o to 20% by 47.80o.

**Keywords: Clay, fly ash, cohesion, shear angle**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>Pernyataan keaslian</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>ABSTRAK</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Batasan Masalah .....	4
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	5
2.1 Definisi Tanah .....	5
2.2 Komposisi Tanah .....	6

2.3 Sifat-Sifat Tanah .....	8
2.4 Klasifikasi Tanah .....	17
2.4.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan USCS .....	18
2.4.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO .....	22
2.5 Tanah Lempung .....	24
2.6 Fly Ash .....	25
2.7 Daya Dukung Tanah .....	27
2.7.1 Persamaan Terzaghi .....	28
2.7.2 Persamaan Meyerhof .....	31
2.7.3 Persamaan Brinch Hansen .....	32
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>34</b>
3.1 Jenis Penelitian .....	34
3.2 Jenis Dan Teknik Pengumpulan Data .....	34
3.2.1 Jenis Data .....	34
3.2.2 Teknik Pengumpulan Data .....	35
3.3 Cara Pengambilan Sampel .....	35
3.4. Pengujian Sampel .....	36
3.5 Persiapan Alat .....	37
3.6 Prosedur Pelaksanaan .....	38
3.7 Analisis data .....	42
3.8 Flow Chart (Diagram Alir) .....	44
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	45
4.1.1 Lokasi pengambilan Tanah Lempung .....	45



4.1.2 Lokasi Pengambilan <i>Fly Ash</i> .....	45
4.2 Sifat Fisik Tanah .....	46
4.2.1 Sifat Fisik Tanah Lempung .....	46
4.2.2 Sifat Fisik Tanah Lempung dicampur <i>Fly Ash</i> .....	47
4.3 Sifat Mekanis Tanah .....	47
4.3.1. Sifat Mekanis Tanah Lempung .....	48
4.3.2 Sifat Mekanis Tanah Lempung setelah Dicampur Dengan <i>Fly Ash</i> .....	48
4.4 Hubungan Nilai Plastisitas Tanah Lempung Kondisi Asli Dan Kondisi Setelah Dicampur Dengan <i>Fly Ash</i> . ....	51
4.5 Hubungan Nilai Berat Jenis Tanah Lempung Kondisi Asli Dan Kondisi Setelah Dicampur Dengan <i>Fly Ash</i> .....	52
4.6 Hubungan Nilai Berat Volume Tanah Kering Maksimum Lempung Kondisi Asli Dan Kondisi Setelah Dicampur Dengan <i>Fly</i> <i>Ash</i> . ....	53
4.7 Hubungan Nilai Kohesi Tanah Lempung Kondisi Asli Dan Kondisi Setelah Dicampur Dengan <i>Fly Ash</i> .....	54
4.8 Hubungan Nilai Sudut Geser Tanah Lempung Kondisi Asli Dan Kondisi Setelah Dicampur Dengan <i>Fly Ash</i> . ....	55
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Jenis Tanah dan Berat Jenis Tanah .....	8
Tabel 2.2. Indeks plastis, sifat, jenis tanah dan kohesi .....	12
Tabel 2.3. Sistem Klasifikasi Tanah menurut USCS .....	22
Tabel 2.4. Sistem klasifikasi tanah menurut AASHTO .....	23
Tabel 2.5 Klasifikasi abu terbang berdasarkan ASTM C 618 – 05. ....	27
Tabel 2.6. Nilai factor daya dukung .....	31
Tabel 4.1. Nilai parameter sifat fisik tanah lempung .....	46
Tabel 4.2. Nilai parameter sifat fisik tanah lempung dicampur <i>fly ash</i> .....	47
Tabel 4.3. Nilai parameter sifat mekanis tanah lempung .....	48
Tabel 4.4. Nilai parameter geser tanah setelah dicampur <i>fly ash</i> .....	51

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Tiga Fase Elemen Tanah .....	6
Gambar 2.2. Ukuran Ayakan Standar .....	13
Gambar 2.3. Grafik Lengkung Gradasi .....	14
Gambar 2.4. Grafik Klasifikasi Tanah Menurut Sistem USCS .....	18
Gambar 2.5. Grafik nilai-nilai batas Atterberg untuk sub kelompok A-4, A-5, A-6, A-7 .....	23
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	44
Gambar 4.1 Lokasi Pengambilan Tanah Lempung .....	45
Gambar 4.2 Lokasi Pengambilan <i>Fly ash</i> .....	46
Gambar 4.3 Grafik Pemadatan Tanah Lempung Asli .....	49
Gambar 4.4 Grafik Pemadatan Tanah Campuran FA 5 % .....	49
Gambar 4.5 Grafik Pemadatan Tanah Campuran FA 10 % .....	50
Gambar 4.6 Grafik Pemadatan Tanah Campuran FA 15 % .....	50
Gambar 4.7 Grafik Pemadatan Tanah Campuran FA 20 % .....	51
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Indeks Plastisitas setelah Campuran <i>Fly Ash</i> .....	52
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Berat Jenis setelah Campuran <i>Fly</i> <i>Ash</i> .....	53
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Berat Volume Tanah Kering setelah Campuran <i>Fly Ash</i> .....	53
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Nilai Kohesi Kondisi Asli Dan Setelah Campuran .....	54
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Nilai Sudut Geser Kondisi Asli Dan Campuran .....	55

## DAFTAR SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
C	Lempung (clay)
c	Kohesi tanah yang sebenarnya
e	Angka pori
F	Laju infiltrasi
FF	Kedalaman infiltrasi total
G	Kerikil (gravel)
GI	Indeks kelompok /group index
H	Plastisitas tinggi (high plasticity)
Ks	Konduktifitas hidrolis jenuh tanah (mm/ jam)
L	Plastisitas rendah (low plasticity)
M	Lanau (Silt)
N	Gaya normal total
N	Porositas
O	Lanau atau lempung organik (Organik silt or clay)
P	Gradasi buruk (poor graded)
Pt	Tanah gambut dan tanah organik tinggi (peat and highly organic clay)
R	Gaya geser
S	Pasir (Sand)
Sr	Derajat kejenuhan
t	Waktu
tf	Kuat geser
UI	Gaya akibat tekanan air pori
U	Tekanan air pori yang bekerja didasar potongan sebesar W

$u$	Tekanan air pori
$uw$	Tekanan pori air tanah
$V$	Isi (volume)
$V_s$	Isi butiran padat (volume of solid)
$V_v$	Isi pori atau rongga (Volume of void)
$V_w$	Isi air (Volume of water)
$W$	Berat (weight)
$W_a$	Berat udara =0 (weight of air)
$W_s$	Berat butiran padat (weight of solid)
$W_w$	Berat air (weight of water)
$Z_w$	Kedalaman bidang pembasahan
$\omega$	Kadar air
$\gamma$	Berat volume tanah asli
$\gamma_d$	Berat volume tanah kering
$\gamma_{sat}$	Berat jenis tanah jenuh
$\psi_f$	Parameter penyerapan batas pembasahan tanah
$c'$	Kohesi efektif jenuh tanah
$\alpha$	Kemiringan lereng
$\phi'$	Sudut geser dalam efektif
$\emptyset$	Sudut geser tanah
$q_{ult}$	Daya dukung ultimit pondasi
$\gamma$	Berat volume tanah
$D$	Kedalaman dasar pondasi
$B$	Lebar atau diameter pondasi
$p_o$	Tekanan overburden pada dasar pondasi
$N_c N_q N_c$	Faktor daya dukung Meyerhof
$S_c S_q S_r$	Faktor bentuk pondasi
$D_c d_q d_r$	Faktor kedalaman pondasi



$i_c i_q i_r$

$L'$

$B'$

$s_c s_q s_r$

$d_c d_q d_r$

$i_c i_q i_r$

$b_c b_q b_r$

$g_c g_q g_r$

$N_c N_q N_r$

Faktor kemiringan beban

Panjang efektif pondasi (m)

Lebar efektif pondasi (m)

Faktor-faktor bentuk pondasi

Faktor-faktor kedalaman pondasi

Faktor-faktor kemiringan beban

Faktor-faktor kemiringan dasar

Faktor-faktor kemiringan permukaan

Faktor-faktor kapasitas daya dukung  
Hansen