

**TESIS**  
**PENGARUH PENCAMPURAN BAHAN TAMBAH *FLY ASH***  
**DAN ABU SEKAM PADI DENGAN TANAH LUNAK**  
**BANJARMASIN TERHADAP NILAI CBR, *SWELLING* DAN**  
**KUAT GESER**

**Karya tulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Magister dari  
Universitas Lambung Mangkurat**

**Oleh**  
**MUHAMMAD DHIYA KHAIRI ANANDA**  
**2220828310068**



**REKAYASA GEOTEKNIK**  
**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**  
**2024**

**TESIS**  
**PENGARUH PENCAMPURAN BAHAN TAMBAH *FLY ASH***  
**DAN ABU SEKAM PADI DENGAN TANAH LUNAK**  
**BANJARMASIN TERHADAP NILAI CBR, *SWELLING* DAN**  
**KUAT GESER**

**MUHAMMAD DHIYA KHAIRI ANANDA**



**REKAYASA GEOTEKNIK**  
**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**  
**2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TESIS PROGRAM STUDI S-2 TEKNIK SIPIL**

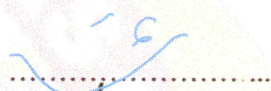

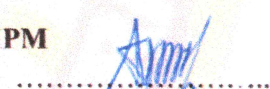
**PENGARUH PENCAMPURAN BAHAN TAMBAH *FLY ASH* DAN ABU  
SEKAM PADI DENGAN TANAH LUNAK BANJARMASIN TERHADAP  
NILAI CBR, *SWELLING* DAN KUAT GESER**

oleh

**Muhammad Dhiya Khairi Ananda (2220828310068)**

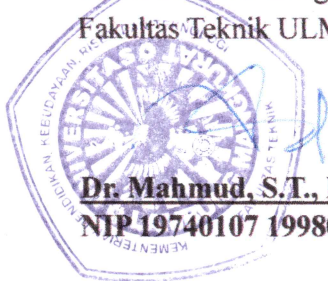
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 8 Januari 2024 dan dinyatakan  
**LULUS**

**Komite Penguji :**

<b>Ketua</b>	<b>: Dr. Ir. Rustam Effendi, M.A.Sc.</b> NIP 19620426 199003 1 001	
<b>Anggota 1</b>	<b>: Dr. Hutagamissufardal, S.T., M.T.</b> NIP 19700212 199502 1 001	
<b>Anggota 2</b>	<b>: Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.</b> NIP 19720826 199802 1 001	
<b>Pembimbing</b>	<b>: Dr. Ir. M. Afief Ma'ruf, S.T., M.T., IPM</b> NIP 19841031 200812 1 001	
<b>Co-Pembimbing</b>	<b>: Dr. Eng. Irfan Prasetya, S.T., M.T.</b> NIP 19851026 200812 1 001	

Banjarbaru, 8 Januari 2024  
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik  
Fakultas Teknik ULM,



**Dr. Mahmud, S.T., M.T.**  
NIP 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi  
S-2 Teknik Sipil,

**Dr. Eng. Irfan Prasetya, S.T., M.T.**  
NIP 19851026 200812 1 001

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tesis ini merupakan penelitian yang telah saya lakukan. Segala kutipan dari berbagai sumber telah diungkapkan sebagaimana mestinya. Tesis ini belum pernah dipublikasikan untuk keperluan lain oleh siapapun juga.

Jika dikemudian hari ternyata pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia menerima hukuman dari ketidakbenaran pernyataan tersebut.

Banjarmasin, 8 Januari 2024

Yang Membuat Pernyataan,



Muhammad Dhiya Khairi Ananda

2220828310068

## ABSTRAK

# PENGARUH PENCAMPURAN BAHAN TAMBAH FLY ASH DAN ABU SEKAM PADI DENGAN TANAH LUNAK BANJARMASIN TERHADAP NILAI CBR, SWELLING DAN KUAT GESER

**Muhammad Dhiya Khairi Ananda**  
**2220828310068**

**Dr. Ir. Muhammad Afief Ma'ruf, S.T., M.T., IPM**  
**Dr. Eng. Irfan Prasetya, S.T., M.T.**

Stabilisasi tanah menggunakan bahan tambah adalah salah satu cara untuk meningkatkan sifat mekanis tanah. Beberapa penelitian telah menunjukkan penggunaan fly ash maupun abu sekam padi dapat memberikan pengaruh berupa peningkatan nilai CBR dan menekan pengembangan volume tanahnya (*swelling*) serta meningkatkan nilai kuat geser. Namun, penelitian yang telah dilakukan tersebut belum dapat menjelaskan keefektifan campuran fly ash dan abu sekam padi dalam hal peningkatan stabilitas tanah lempung lunak, khususnya tanah lempung lunak di Banjarmasin, Provinsi Kalimantan Selatan.

Prosentase bahan tambah fly ash yang digunakan pada campuran adalah 15%, 20% dan 25% dari berat kering tanah asli, sedangkan prosentase bahan tambah abu sekam padi yang digunakan adalah 5% dan 10% dari berat kering tanah asli. Setiap sampel yang telah dilakukan pemadatan kemudian diperam selama 3, 7 dan 30 hari sebelum dilakukan uji CBR. Pada sampel yang akan dilakukan uji CBR rendaman, akan dilakukan analisis angka *swelling* selama perendaman. Sampel yang sudah dilakukan uji CBR rendaman, akan dicetak menggunakan ring untuk pengujian *direct shear*.

Nilai CBR maksimum yang dihasilkan dari penelitian ini ada pada kondisi tanah yang dicampur dengan fly ash 25% dan abu sekam padi 10%. Pada saat waktu pemeraman mencapai 30 hari, nilai CBR mengalami peningkatan sebesar 257%. Hasil uji *swelling* membuktikan pengembangan tanah menurun seiring dengan peningkatan bahan tambah yang digunakan. Kohesi dan sudut geser tanah juga mengalami perubahan tergantung dari prosentase bahan tambah yang digunakan. Namun, stabilisasi secara kimiawi menggunakan *fly ash* dan abu sekam padi membutuhkan air dalam prosesnya sehingga kadar air dalam sampel terus menurun seiring dengan lamanya waktu pemeraman.

Kata Kunci: *fly ash*, abu sekam padi, stabilisasi, tanah lempung lunak

## **ABSTRACT**

### **EFFECTS OF MIXING FLY ASH AND RICE HUSK ASH WITH BANJARMASIN SOFT CLAY SOIL ON CBR VALUE, SWELLING AND SHEAR STRENGTH**

**Muhammad Dhiya Khairi Ananda  
2220828310068**

**Dr. Ir. Muhammad Afief Ma'ruf, S.T., M.T., IPM  
Dr. Eng. Irfan Prasetya, S.T., M.T.**

Soil stabilization using admixture is one way to improve the mechanical properties of soil. Several studies have shown that the use of fly ash and rice husk ash can have an effect to increasing the CBR value and suppressing the expansion of soil volume (swelling), as well as increasing the shear strength value. However, the researches cannot explain the effectiveness of mixing fly ash and rice husk ash as a soft clay soil stabilizer, especially soft clay soil in Banjarmasin, South Kalimantan Province.

The percentage of fly ash used in the mixture is 15%, 20% and 25% of the dry weight of the original soil, while the percentage of the rice husk ash used is 5% and 10% of the dry weight of the original soil. Each sample that has been compacted is cured for 3, 7 and 30 days before performing the CBR test. On the samples that will be subjected to the immersion CBR test, a numerical analysis will be performed on swelling during soaking. Samples that have been tested for immersion CBR will be molded using a ring for testing direct shear.

The maximum CBR value resulting from this research was in soil conditions mixed with 25% fly ash and 10% rice husk ash. When the curing time reached 30 days, the CBR value increased by 257%. Test results proves that soil expansion decreases along with the increase in admixture used. The cohesion and friction angle of the soil also change depending on the percentage of admixture used. However, chemical stabilization uses fly ash and rice husk ash requires water on the process of stabilization so that the water content in the sample keep decrease during of curing time.

Keywords: fly ash, rice husk ash, stabilization, soft clay soil

## **PRAKATA**

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Pengaruh Pencampuran Bahan Tambah Fly Ash Dan Abu Sekam Padi Dengan Tanah Lunak Banjarmasin Terhadap Nilai CBR, Swelling Dan Kuat Geser” guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Magister pada Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan tesis ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr-Ing. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama perkuliahan pada Program Magister Teknik Sipil ini.
2. Bapak Dr. Ir. M. Afief Ma'ruf, S.T., M.T., IPM selaku Dosen Pembimbing Utama yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan tesis ini.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Irfan Prasetia, ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberikan waktu bimbingan dan arahan selama penyusunan tesis ini.
4. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Banjarmasin, 8 Januari 2024

Muhammad Dhiya Khairi Ananda

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL TESIS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN.....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR PERSAMAAN .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Pengertian Tanah .....	6
2.2 Klasifikasi Tanah.....	7
2.3 Tanah Lempung.....	11
2.4 Stabilisasi Tanah.....	12
2.5 Fly Ash atau Abu Batu Bara.....	17
2.6 Abu Sekam Padi.....	19
2.7 Sifat Fisik Tanah.....	19
2.8 Sifat Mekanis Tanah.....	24
2.9 Karakteristik Kimia Fly Ash dan Abu Sekam Padi.....	26



BAB III METODE PENELITIAN.....	29
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
3.2 Tahap Awal Penelitian.....	30
3.3 Tahap Pengujian di Laboratorium.....	30
3.4 Peralatan.....	33
3.5 Benda Uji.....	33
3.6 Analisis Data Penelitian.....	35
3.7 Hasil dan Pembahasan.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Karakteristik Kimia Fly Ash, Abu Sekam Padi (Rice Husk Ash), Tanah Lempung Lunak dan Sampel Hasil Uji.....	36
4.2 Tanah Lempung Lunak Sebelum Distabilisasi.....	38
4.3 Sifat Fisik Fly Ash dan Abu Sekam Padi.....	46
4.4 Tanah Lempung Lunak yang Telah Distabilisasi.....	48
4.5 Penentuan Prosentase Komposisi Bahan Stabilisasi Optimum.....	68
BAB V PENUTUP.....	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	72
DAFTAR RUJUKAN.....	74
LAMPIRAN.....	79

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem <i>Unified</i> .....	9
Tabel II.2 Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO .....	11
Tabel II.3 Efek Stabilisasi Menggunakan Fly Ash dan Abu Sekam Padi terhadap Sifat Fisik dan Nilai CBR .....	16
Tabel II.4 Angka CBR Soaked pada Tanah yang Distabilisasi dengan fly ash .....	17
Tabel II.5 Angka CBR Soaked pada tanah yang distabilisasi dengan abu sekam padi .....	17
Tabel II.6 Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> .....	18
Tabel II.7 Jenis Tanah Berdasarkan Angka Berat Jenis .....	21
Tabel II.8 Nilai Indeks Plastisitas Tanah dan Macam Tanah .....	21
Tabel II.9 Derajat Pengembangan Tanah Ekspansif Berdasarkan Indeks Plastisitas .....	22
Tabel II.10 Kriteria Tanah Ekspansif Berdasarkan Nilai IP (%) .....	23
Tabel II.11 Kriteria Seed 1962 Klasifikasi Derajat Ekspansif (%) .....	23
Tabel II.12 Klasifikasi Derajat Ekspansif.....	23
Tabel II.13 Komposisi kimia abu sekam padi (%) .....	26
Tabel II.14 Komposisi kimia fly ash .....	27
Tabel II.15 Pita-pita Vibrasi Karakteristik pada Geopolimer .....	27
Tabel IV.1 Nilai Sifat Fisik Tanah Lempung Lunak Sebelum Stabilisasi .....	39
Tabel IV.2 Hasil Percobaan Kadar Air Pada Uji Pemadatan .....	42
Tabel IV.3 Hasil Percobaan Berat Isi Kering Pada Uji Pemadatan .....	42
Tabel IV.4 Perbandingan Sifat Fisik Tanah, Fly Ash dan Abu Sekam Padi .....	47
Tabel IV.5 Prosentase Stabilizing Agent dan Waktu Pemeraman Pada Setiap Jenis Sampel .....	48
Tabel IV.6 Nilai Gs Tanah yang Dicampur dengan Bahan Stabilisasi .....	53
Tabel IV.7 Hasil Pengujian Atterberg Limits .....	55
Tabel IV.8 Perbandingan Peningkatan Nilai Kuat Geser Hasil Studi dengan Penelitian Sebelumnya .....	59

Tabel IV.9 Perbandingan Peningkatan Nilai CBR Unsoaked Hasil Studi dengan Penelitian Sebelumnya .....	63
Tabel IV.10 Perbandingan Peningkatan Nilai CBR Soaked Hasil Studi dengan Penelitian Sebelumnya .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Efek Stabilisasi Menggunakan Fly Ash dan Abu Sekam Padi terhadap Nilai CBR .....	16
Gambar II.2 Hasil Scanning Electron Microscopy (SEM) campuran fly ash pada beton.....	17
Gambar II.3 Hubungan aktivitas dan persentase tanah lempung kurang dari 0,002 .....	23
Gambar II.4 Spektra FTIR (Fourier Transform Infra Red) fly ash PLTU Suralaya .....	28
Gambar III.1 Bagan Alir Penelitian.....	29
Gambar III.2 Material Tanah Lempung Lunak .....	34
Gambar III.3 Material Fly Ash.....	34
Gambar III.4 Material Abu Sekam Padi.....	34
Gambar IV.1 Spektra FTIR Abu Sekam Padi Kelurahan Cempaka .....	37
Gambar IV.2 Spektra FTIR Tanah Lempung Lunak .....	38
Gambar IV.3 Spektra FTIR Tanah yang Telah Distabilisasi .....	38
Gambar IV.4 Klasifikasi Sampel Tanah Lunak Berdasarkan Sistem Unified .....	40
Gambar IV.5 Grafik Hubungan Deformasi Horizontal vs Tegangan Geser.....	41
Gambar IV.6 Grafik Hubungan $\sigma$ vs Tegangan Geser.....	41
Gambar IV.7 Grafik Pemadatan Tanah Lempung Lunak .....	42
Gambar IV.8 Grafik Hasil Pengujian CBR Unsoaked .....	43
Gambar IV.9 Grafik Hubungan Berat Isi Kering dan Nilai CBR Unsoaked.....	44
Gambar IV.10 Grafik Hasil Pengujian CBR Soaked.....	45
Gambar IV.11 Grafik Hubungan Berat Isi Kering dan Nilai CBR Soaked .....	45
Gambar IV.12 Grafik Hubungan Angka Swelling vs Waktu.....	46
Gambar IV.13 Butiran Kasar Abu Sekam Padi yang Tertahan pada Saringan No. 40 .....	47
Gambar IV.14 Butiran Halus Fly Ash yang lolos saringan No. 200 .....	47
Gambar IV.15 Grafik Hubungan Kadar Air dan Umur Stabilisasi pada Sampel Tanpa Rendaman.....	50

Gambar IV.16 Perbandingan Kadar Air Setiap Jenis Sampel pada Kondisi Rendaman.....	51
Gambar IV.17 Grafik Hubungan Berat Volume Kering dan Umur Stabilisasi pada Sampel Tanpa Rendaman.....	52
Gambar IV.18 Nilai Kohesi Tanah yang Distabilisasi.....	56
Gambar IV.19 Peningkatan Nilai Kohesi .....	57
Gambar IV.20 Nilai Sudut Geser Dalam pada Tanah yang Distabilisasi .....	58
Gambar IV.21 Pemeraman pada Sampel Tanah yang Distabilisasi dengan fly ash dan abu sekam padi .....	59
Gambar IV.22 Nilai CBR Unsoaked pada Umur Stabilisasi 3 Hari.....	60
Gambar IV.23 Nilai CBR Unsoaked pada Umur Stabilisasi 7 Hari.....	61
Gambar IV.24 Nilai CBR Unsoaked pada Umur Stabilisasi 30 Hari.....	61
Gambar IV.25 Peningkatan Nilai CBR Unsoaked pada Umur Stabilisasi 30 Hari .....	62
Gambar IV.26 Nilai CBR Soaked pada Umur Stabilisasi 7 Hari .....	64
Gambar IV.27 Hubungan Nilai CBR Unsoaked dan Umur Stabilisasi .....	66
Gambar IV.28 Hubungan Waktu Rendaman Terhadap Angka Swelling .....	67
Gambar IV.29 Hubungan antara Angka Swelling dan Angka CBR Rendaman .....	68

## DAFTAR PERSAMAAN

Pers. (2.1) Persamaan Kuat Geser .....	24
--	----