

TUGAS AKHIR

NOMOR: 027/WM/F.TS/SKR/2025

ANALISIS KUAT GESER TANAH LEMPUNG EKSPANSIF YANG DISTABILISASI DENGAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR



DISUSUN OLEH:

MARIA NOVITA BERE

NOMOR INDUK MAHASISWA:

21121042

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA
KUPANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KUAT GESER TANAH LEMPUNG EKSPANSIF YANG DISTABILISASI DENGAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR

DI SUSUN OLEH :
MARIA NOVITA BERE
NOMOR INDUK MAHASISWA :
21121042

DIPERIKSA OLEH :

Pembimbing 1

Pembimbing 2


PAULUS SIANTO, S.T., M.T
NIDN: 0817047101


AZARYA BEES, S.T., M.Eng
NIDN: 1508019701

DISETUIJUI OLEH :
KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
KATOLIK WIDYA MANDIRA


Dr. PRISCILLA PENTEWATI, ST., M.Si
NIDN: 0826057601

DISAHKAN OLEH:
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA


Dr. DON GASPAR. DA COSTA, S.T., M.T
NIDN: 0820036801

LEMBAR PENGESAHAN

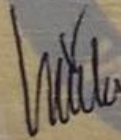
TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUAT GESER TANAH LEMPUNG EKSPANSIF
YANG DISTABILISASI DENGAN ABU SEKAM PADI DAN
KAPUR**

**DI SUSUN OLEH :
MARIA NOVITA BERE
NOMOR INDUK MAHASISWA :
211 21 042**

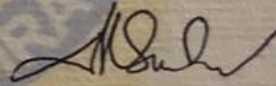
DIPERIKSA OLEH:

Penguji 1



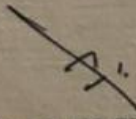
Ir. LAURENSIUS LULU, MM
NIDN: 0820106401

Penguji 2



SRI SANTI LMF SERAN, ST, M.Si
NIDN: 0815118303

Penguji 3



PAULUS SIANTO, ST., MT
NIDN: 0817047101

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Maria Novita Bere
Nomor Induk Mahasiswa : 211 21 042
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul:

ANALISIS KUAT GESER TANAH LEMPUNG EKSPANSIF YANG DISTABILISASI DENGAN ABU SEKAM PADI DAN KAPUR

Saya menyatakan bahwa sesungguhnya skripsi ini adalah asli hasil karya saya, apabila dikemudian hari ditemukan unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia diproses sesuai dengan peraturan akademik dan peraturan perundang-undangan yang berlaku

Kupang, 19 Desember 2025



Maria Novita Bere

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala anugerah dan karunia-Nya sehingga penulis untuk menyelesaikan penulisan Tugas Akhir. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan gelar Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan dalam penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari pertolongan Yang Maha Kuasa serta dukungan dan arahan dari berbagai pihak, sehingga tulisan ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta, yang telah menjadi sumber kekuatan, doa dan semangat dalam setiap langkah perjalanan hidup dan studi penulis. Terima kasih penulis ucapkan atas segala pengorbanan yang tak terhitung, ketulusan dan kasih sayang tanpa batas dan dukungan yang diberikan.
2. Terima kasih kepada diri sendiri karena telah bertahan, berusaha dan tidak pernah menyerah ketika jalan di depan terasa gelap, ketika keraguan datang silih berganti, dan ketika langkah terasa berat untuk diteruskan. Terima kasih karena tetap memilih untuk melanjutkan, walau seringkali tidak tahu kemana arah dan tujuan ini akan membawa. Terima kasih telah menjadi teman paling setia bagi diri sendiri, hadir dalam sunyi, lelah, dan dalam diam yang penuh tanya. Terima kasih sudah mempercayai proses, walaupun hasil belum sesuai harapan. Meski harus menghadapi kegagalan, kebingungan, bahkan perasaan ingin menyerah, terima kasih karena sudah berani memilih, memilih untuk mencoba, memilih untuk belajar, dan memilih untuk menyelesaikan apa yang telah di mulai.
3. Bapak Don Gaspar N. Da Costa, ST., MT, selaku Dekan pada Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
4. Ibu Priseila Pentewati, ST., M.Si, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

5. Bapak Paulus Sianto, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing 1 sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Azarya Bees, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing 2 yang telah mengarahkan dan membimbing selama penulisan Tugas Akhir ini.
7. Terima kasih kepada kakak tercinta atas doa, motivasi, dan dukungan secara moril maupun materil serta kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis
8. Sahabat dan rekan seperjuangan yang mendukung dan memberi semangat kepada penulis dalam situasi apapun. Terimakasih telah menjadi bagian terbaik dari perjalanan akademik selama 4 tahun ini.
9. Semua pihak yang telah memberikan semangat dan telah membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhirnya saya menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan, karena itu saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari segala pihak demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Kupang, Desember 2025

Penulis

ABSTRAK

Tanah lempung ekspansif memiliki sifat kembang-susut yang tinggi akibat perubahan kadar air, sehingga berpotensi menyebabkan kerusakan pada konstruksi bangunan dan infrastruktur. Kondisi ini banyak ditemukan di Desa Tuapukan, Kabupaten Kupang, yang menjadi lokasi pengambilan sampel dalam penelitian ini. Upaya perbaikan tanah dilakukan melalui metode stabilisasi menggunakan kombinasi abu sekam padi (ASP) dan kapur hidrat sebagai bahan tambah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan ASP dan kapur terhadap kuat geser tanah lempung ekspansif, menentukan komposisi optimum campuran, serta mengevaluasi perubahan parameter kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Variasi campuran yang digunakan adalah T0 (kontrol), K6 (6% kapur), T1 (4% kapur + 2% ASP), T2 (3% kapur + 3% ASP), dan T3 (2% kapur + 4% ASP), dengan total bahan stabilisasi sebesar 6% dari berat kering tanah. Pengujian dilakukan di laboratorium menggunakan metode Direct Shear Test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kombinasi ASP dan kapur mampu meningkatkan parameter kuat geser tanah dibandingkan kondisi tanah asli. Peningkatan ini terjadi akibat reaksi pozzolan antara silika dalam abu sekam padi dan kalsium dari kapur yang membentuk senyawa pengikat, sehingga memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan stabilitasnya. Kombinasi tertentu memberikan nilai kohesi dan sudut geser dalam yang lebih optimal dibandingkan variasi lainnya.

Kata kunci: tanah lempung ekspansif, abu sekam padi, kapur, stabilisasi tanah, kuat geser, direct shear test.

ABSTRACT

Expansive clay soil exhibits high shrinkage and swelling properties due to changes in water content, potentially causing damage to building and infrastructure construction. This condition is common in Tuapukan Village, Kupang Regency, the sampling location for this study. Soil improvement efforts were carried out through a stabilization method using a combination of rice husk ash (ASP) and hydrated lime as additives. This study aimed to analyze the effect of ASP and lime addition on the shear strength of expansive clay soil, determine the optimum mixture composition, and evaluate changes in cohesion (c) and angle of internal friction (ϕ). The mixture variations used were T0 (control), K6 (6% lime), T1 (4% lime + 2% ASP), T2 (3% lime + 3% ASP), and T3 (2% lime + 4% ASP), with a total stabilization material content of 6% of the dry weight of the soil. Testing was conducted in the laboratory using the Direct Shear Test method. The results showed that the addition of a combination of ASP and lime improved the soil shear strength parameters compared to the original soil condition. This improvement occurs due to the pozzolanic reaction between the silica in rice husk ash and the calcium from lime, which forms a binding compound, thereby improving soil structure and increasing its stability. Certain combinations provide more optimal cohesion and internal friction angle values than other variations.

Keywords: expansive clay, rice husk ash, lime, soil stabilization, shear strength, direct shear test.

DAFTAR ISI

LEMBARAN JUDUL	i
LEMBARAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBARAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBARAN PERNYATAAN KEASIAN SKRIPSI	iv
SURAT KETERANGAN HASIL CEK PLAGIASI.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR PERSAMAAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan masalah	I-3
1.3 Tujuan Penelitian	I-3
1.4 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.5 Batasan Masalah	I-4
1.6 Keterkaitan Dengan Penelitian Terdahulu	I-5
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Tanah Lempung Ekspansif.....	II-1
2.1.1 Definisi dan Klasifikasi Tanah Lempung.....	II-1
2.1.2 Karakteristik dan Sifat Tanah Lempung Ekspansif.....	II-6
2.2 Sifat Fisik Dasar Tanah dan Prosedur Pengujian	II-8
2.2.1 Kadar Air (<i>Water Content</i> , w).....	II-8
2.2.2 Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i> , G_s).....	II-11
2.2.3 Berat Volume (<i>Unit Weight</i> / Berat Isi Tanah, γ).....	II-14
2.2.4 Batas Atterberg.....	II-15
2.2.5 Analisis Ukuran Butir (Saringan dan Hidrometer).....	II-25
2.3 Stabilisasi Tanah.....	II-31
2.3.1 Definisi dan Tujuan Stabilisasi Tanah.....	II-31

2.3.2	Metode Stabilisasi Tanah	II-31
2.3.3	Stabilisasi Kimiawi Menggunakan Bahan Pozzolanik.....	II-32
2.4	Bahan Stabilisasi	II-32
2.4.1	Kapur Hidrat ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)	II-33
2.4.2	Abu Sekam Padi (ASP)	II-37
2.5	Pemadatan Tanah (<i>Compaction</i>)	II-39
2.5.1	Definisi dan Tujuan Pemadatan.....	II-39
2.5.2	Uji Pemadatan (<i>Proctor Test</i>).....	II-40
2.5.3	Pemadatan Tanah yang Distabilisasi	II-46
2.6	Uji Kuat Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>)	II-48
BAB III METODE PENELITIAN		III-1
3.1	Lokasi Penelitian	III-1
3.2	Data.....	III-1
3.2.1	Jenis Data.....	III-1
3.2.2	Jumlah Data	III-2
3.2.3	Cara Pengambilan Data	III-2
3.2.4	Waktu Pengambilan Data	III-2
3.3	Diagram Alir.....	III-3
3.4	Penjelasan Diagram Alir.....	III-4
3.4.1	Data Primer.....	III-4
3.4.1.1	Pengambilan Sampel Tanah Lempung	III-4
3.4.1.2	Pengambilan Bahan Stabilisasi Abu Sekam Padi dan Kapur	III-4
3.4.2	Data Sekunder	III-5
3.4.2.1	Pengujian Sifat Fisis Tanah Asli	III-5
3.4.2.2	Tahap Pemadatan Optimum (Proctor).....	III-9
3.4.2.3	Tahap Pengujian Kuat Geser	III-10
3.4.2.4	Uji Kuat Geser Langsung (<i>Direct Shear Test</i>).....	III-10
3.4.2.5	Analisis	III-11
3.4.2.6	Pembahasan	III-12
3.4.2.7	Kesimpulan Dan Saran	III-13
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN		IV-1
4.1	Kronologi Pengambilan Data	IV-1

4.2 Parameter Sifat Fisis Tanah.....	IV-1
4.3 Pengujian Sifat Mekanis Tanah.....	IV-4
4.3.1 Pengujian Pemadatan Tanah (<i>Compaction</i>)	IV-4
4.3.1.1 Variasi T0 (Tanah Asli, sebagai Kontrol)	IV-5
4.3.1.2 Variasi K6 (Kapur 6%, Kapur Murni).....	IV-6
4.3.1.3 Variasi T1 (Kapur 4% dan ASP 2%).....	IV-7
4.3.1.4 Variasi T2 (Kapur 3% dan ASP 3%).....	IV-8
4.3.1.5 Variasi T3 (Kapur 2% dan ASP 4%).....	IV-9
4.4 Pengujian Geser Langsung	IV-11
4.5 Analisis	IV-33
4.5.1 Analisis Pengaruh ASP dan Kapur Terhadap Kuat Geser.....	IV-33
4.5.2 Analisis Komposisi Campuran Terhadap Kuat Geser	IV-34
4.5.3 Analisis Perubahan Parameter Kohesi (c) dan Sudut Geser (ϕ).....	IV-34
4.5.4 Analisis Perbandingan Sebelum dan Sesudah Stabilisasi	IV-35
4.6 Pembahasan	IV-35
4.6.1 Pengaruh ASP dan Kapur Terhadap Kuat Geser.....	IV-35
4.6.2 Komposisi Campuran Terhadap Kuat Geser	IV-36
4.6.3 Perubahan Parameter Kohesi (c) dan Sudut Geser (ϕ)	IV-36
4.6.4 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Stabilisasi.....	IV-37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1 KESIMPULAN	V-1
5.2 SARAN.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA.....	xviii

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Penelitian Terdahulu.....	I-5
Tabel 2. 1 Perbedaan Karakteristik Utama Tanah Berdasarkan Klasifikasi Sistem USCS..	II-4
Tabel 2. 2 Kode Huruf Primer dan Sekunder pada USCS	II-4
Tabel 2. 3 Kategori Derajat Pengembangan dari Beberapa Parameter	II-8
Tabel 2. 4 Saringan Standar ASTM	II-27
Tabel 2. 5 Harga a_v untuk Berbagai Nilai G_s	II-28
Tabel 2. 6 Saringan Standar ASTM	II-29
Tabel 2. 7 Komposisi Kimia Kapur.....	II-33
Tabel 2. 8 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi.....	II-37
Tabel 2. 9 Uji Kepadatan Ringan Tanah (Proktor Standar)	II-41
Tabel 2. 10 Cara Uji Kepadatan Berat untuk Tanah (Proktor Modifikasi)	II-41
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian Laboratorium Teknik sipil UNWIRA	IV-2
Tabel 4. 2 Nilai Kepadatan Kering, ZAVL dan Kadar Air Variasi T0	IV-5
Tabel 4. 3 Nilai Kepadatan Kering, ZAVL dan Kadar Air Variasi K6	IV-6
Tabel 4. 4 Nilai Kepadatan Kering, ZAVL dan Kadar Air Variasi T1	IV-7
Tabel 4. 5 Nilai Kepadatan Kering, ZAVL dan Kadar Air Variasi T2	IV-8
Tabel 4. 6 Nilai Kepadatan Kering, ZAVL dan Kadar Air Variasi T3	IV-10
Tabel 4. 7 Rekapitan Hasil Pemadatan Variasi T0, K6, T1, T2 dan T3	IV-11
Tabel 4. 8 Perhitungan DS-UU Data Untuk T0.....	IV-12
Tabel 4. 9 Perhitungan Kadar Air untuk T0.....	IV-12
Tabel 4. 10 Perhitungan Pengujian Kuat Geser Langsung Untuk T0	IV-13
Tabel 4. 11 Perhitungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser untuk T0.....	IV-14
Tabel 4. 12 Perhitungan DS-UU Data Untuk K6	IV-15
Tabel 4. 13 Perhitungan Kadar Air untuk K6	IV-16
Tabel 4. 14 Perhitungan Pengujian Kuat Geser Langsung Untuk K6.....	IV-16
Tabel 4. 15 Perhitungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser untuk K6	IV-17
Tabel 4. 16 Perhitungan Kadar Air untuk T1	IV-19
Tabel 4. 17 Perhitungan Pengujian Kuat Geser Langsung Untuk T1	IV-19
Tabel 4. 18 Perhitungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser untuk T1	IV-20

Tabel 4. 19 Perhitungan DS-UU Data Untuk T2	IV-21
Tabel 4. 20 Perhitungan Kadar Air untuk T2.....	IV-22
Tabel 4. 21 Perhitungan Pengujian Kuat Geser Langsung Untuk T2	IV-22
Tabel 4. 22 Perhitungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser untuk T2.....	IV-23
Tabel 4. 23 Perhitungan DS-UU Data Untuk T3	IV-24
Tabel 4. 24 Perhitungan Kadar Air untuk T3.....	IV-25
Tabel 4. 25 Perhitungan Pengujian Kuat Geser Langsung Untuk T3	IV-25
Tabel 4. 26 Perhitungan DS-UU Data Untuk ASP.....	IV-27
Tabel 4. 27 Perhitungan Kadar Air untuk ASP	IV-28
Tabel 4. 28 Perhitungan Pengujian Kuat Geser Langsung Untuk ASP	IV-28
Tabel 4. 29 Perhitungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser untuk ASP	IV-29
Tabel 4. 30 Tabel Rekapitulasi Parameter Kuat Geser.....	IV-31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kerusakan Rumah Warga	I-1
Gambar 2. 1 Diagram Alir Klasifikasi USCS	II-5
Gambar 2. 2 Kurva Plastisitas Casagrande.....	II-6
Gambar 2. 3 Penentuan Volume Air Raksa yang Tumpah.....	II-22
Gambar 2. 4 Detail Pelat Transparan dengan Tiga Kaki Metal Anti Karat.....	II-23
Gambar 2. 5 Jalur Reaksi Spesifik untuk Hidrasi, Kalsinasi, Karbonasi, dan Reaksi Pozzolanik dari Perawatan Tanah.....	II 38
Gambar 2. 6 Cetakan Silinder dan Keping Alas (Diameter 152,40 mm).....	II-42
Gambar 2. 7 Alat Uji Geser Langsung	II-50
Gambar 2. 8 Pelat Beban Dalam Kotak Geser	II-53
Gambar 2. 9 Plot Grafik Deformasi Horizontal	II-56
Gambar 2. 10 Plot Tegangan Normal & Tegangan Geser.....	II-56
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	III-1
Gambar 3. 2 Diagram Alir.....	III-3
Gambar 4. 1 Diagram USCS	IV-3
Gambar 4. 2 Kurva Plastisitas Casagrande.....	IV-4
Gambar 4. 3 Pengujian Pemadatan Proctor Standar.....	IV-4
Gambar 4. 4 Kurva Kadar Air Optimum Variasi T0.....	IV-5
Gambar 4. 5 Kurva Kadar Air Optimum Variasi K6	IV-7
Gambar 4. 6 Kurva Kadar Air Optimum Variasi T1	IV-8
Gambar 4. 7 Kurva Kadar Air Optimum Variasi T2.....	IV-9
Gambar 4. 8 Kurva Kadar Air Optimum Variasi T3	IV-10
Gambar 4. 9 Tegangan Geser T0.....	IV-13
Gambar 4. 10 Kurva Kuat Geser Langsung T0.....	IV-15
Gambar 4. 11 Tegangan Geser K6	IV-16
Gambar 4. 12 Kurva Kuat Geser Langsung k6	IV-18
Gambar 4. 13 Tegangan Geser T1	IV-19
Gambar 4. 14 Kurva Kuat Geser Langsung T1.....	IV-21
Gambar 4. 15 Tegangan Geser T2.....	IV-22
Gambar 4. 16 Kurva Kuat Geser Langsung T2.....	IV-24

Gambar 4. 17 Tegangan Geser T3	IV-25
Gambar 4. 18 Kurva Kuat Geser Langsung T3.....	IV-27
Gambar 4. 19 Tegangan Geser ASP	IV-28
Gambar 4. 20 Kurva Kuat Geser Langsung ASP	IV-30
Gambar 4. 21 Pengujian Direct Shear Test	IV-30
Gambar 4. 22 Kurva Kuat Geser Untuk Semua Variasi	IV-31
Gambar 4. 23 Kurva Keruntuhan Mohr-Coulomb	IV-32
Gambar 4. 24 Grafik Perbandingan Kohesi (c) dan Sudut Geser (ϕ).....	IV-32
Gambar 4. 25 Grafik Tren Kuat Geser	IV-33

DAFTAR PERSAMAAN

(Persamaan 2. 1)	II-6
(Persamaan 2. 2)	II-6
(Persamaan 2. 3)	II-11
(Persamaan 2. 4)	II-14
(Persamaan 2. 5)	II-14
(Persamaan 2. 6)	II-15
(Persamaan 2. 7)	II-15
(Persamaan 2. 8)	II-15
(Persamaan 2. 9)	II-15
(Persamaan 2. 10)	II-18
(Persamaan 2. 11)	II-18
(Persamaan 2. 12)	II-21
(Persamaan 2. 13)	II-21
(Persamaan 2. 14)	II-24
(Persamaan 2. 15)	II-24
(Persamaan 2. 16)	II-25
(Persamaan 2. 17)	II-30
(Persamaan 2. 18)	II-45
(Persamaan 2. 19)	II-45
(Persamaan 2. 20)	II-46
(Persamaan 2. 21)	II-46