

TUGAS AKHIR

STUDI EXPERIMENTAL KUAT GESEK TANAH YANG DIPERKUAT DENGAN SERAT KELAPA SAWIT: PENGARUH PANJANG SERAT MENGUNAKAN METODE *DIRECT SHEAR TEST*

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam menempuh pendidikan S-1
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat



Oleh:

MUHAMAD FAHRIZA

NIM. 2110811210044

Dosen Pembimbing :

Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM.

NIP. 19750719 200003 1 001

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN
TEKNOLOGI**

UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

BANJARBARU

2025

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

**Studi Experimental Kuat Geser Tanah Yang Diperkuat Dengan Serat Kelapa
Sawit : Pengaruh Panjang Serat Menggunakan Metode Direct Shear Test**

Oleh

Muhamad Fahriza (2110811210044)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 16 Juni 2025 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :

Ketua : Gawit Hidayat, S.T., M.T.

NIP. 19721028 199702 1 001

Anggota 1 : Dr. Muhammad Afief Ma'ruf, S.T., M.T.

NIP. 19841031 200812 1 001

Anggota 2 : Prof. Dr. Rusdiansyah, S.T., M.T.

NIP. 19740809 200003 1 001

**Pembimbing : Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin,
S.T., M.T.**

Utama NIP. 19750719 200003 1 001

Banjarbaru, 10 7 JULI 2025

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-1 Teknik Sipil,

Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.

NIP. 19720826 199802 1 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN,
KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

LEMBAR ASISTENSI
TUGAS AKHIR

Nama	NIM	Dosen Pembimbing
Muhamad Fahriza	2110811210044	Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM.

KEGIATAN ASISTENSI

No.	Tanggal	Uraian	Paraf
1	29/4/2025	konsultasi untuk Penujian Lab dan Penyiapan data	[Signature]
2	6/5/2025	konsultasi data hasil Penujian	[Signature]
3	9/5/2025	konsultasi variasi Panjang serat Pada data	[Signature]
4	14/5/2025	konsultasi hubungan Panjang serat sawit terhadap tunas	[Signature]
5	16/5/2025	konsultasi hasil keseluruhan Pada data Exel	[Signature]
6	20/5/2025	konsultasi BAB IV Pembahasan serta Revisi exel data	[Signature]
8	22/5/2025	Revisi Peletaran exel Pada word di BAB IV	[Signature]
9	23/5/2025	Revisi BAB IV dan V masukan data Perhitungan ke software	[Signature]
10	27/5/2025	konsultasi Penyiapan dan data hasil data geosippe	[Signature]

11	30/5/2025	Masukan hasil Geostudio ke Impiikasi hasil Bab 4, dan di kesimpulan BAB 5	9
12	3/6/2025	Revisi Penuisian dan ACC geostlope di word	9
13	5/6/2025	acc dapat diseminarkan	9

Banjarbaru, 5 juni 2025
Dosen Pembimbing,

Ammas

Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM.
NIP 19750719 200003 1 001

STUDI EXPERIMENTAL KUAT GESEK TANAH YANG DIPERKUAT DENGAN SERAT KELAPA SAWIT: PENGARUH PANJANG SERAT MENGUNAKAN METODE *DIRECT SHEAR TEST*

Muhamad Fahriza¹, Yulian Firmana Arifin²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat Jl.

Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714

E-mail: m.fahriza30@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi panjang serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) terhadap peningkatan parameter kuat gesek tanah lempung, terutama kohesi (c) dan sudut gesek dalam (ϕ), melalui metode uji geser langsung (direct shear test). Pemanfaatan serat TKKS sebagai bahan stabilisasi tanah menawarkan solusi berkelanjutan dalam perbaikan sifat mekanik tanah lunak,

Dalam pelaksanaannya, tanah lempung dicampur dengan air hingga mencapai kadar air optimum sesuai kondisi lapangan. Selanjutnya, campuran ditambahkan serat TKKS dengan kadar tetap sebesar 7% dari berat kering tanah dan variasi panjang 1 cm, 2 cm, 3 cm, dan 4 cm. Campuran kemudian dipadatkan hingga mencapai berat isi kering (dry density) sebesar $0,92 \text{ g/cm}^3$, untuk menjamin keseragaman dan konsistensi hasil uji. Setelahnya, dilakukan pengujian kuat gesek tanah menggunakan metode direct shear dan dilanjutkan dengan analisis numerik menggunakan perangkat lunak GeoStudio (SLOPE/W) untuk mengevaluasi perubahan faktor keamanan lereng.

Hasil menunjukkan bahwa penambahan serat TKKS meningkatkan parameter kekuatan geser tanah secara signifikan. Peningkatan kohesi tertinggi diperoleh pada serat panjang 1 cm sebesar $0,1880 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan sudut gesek dalam tertinggi sebesar $37,48^\circ$ tercapai pada serat panjang 2 cm. Dibandingkan dengan tanah tanpa serat ($c = 0,1523 \text{ kg/cm}^2$; $\phi = 28,57^\circ$), peningkatan kekuatan geser terlihat nyata. Hasil simulasi SLOPE/W juga menunjukkan peningkatan faktor keamanan lereng dari 1,286 (tanpa serat) menjadi 1,647 (dengan serat 1 cm).

Kata kunci: tanah lempung, serat tandan kosong kelapa sawit, kuat gesek, direct shear test, stabilisasi tanah, pemadatan, GeoStudio, SLOPE/W.

***EXPERIMENTAL STUDY ON THE SHEAR
STRENGTH OF SOIL REINFORCED WITH PALM
FIBERS: THE EFFECT OF FIBER LENGTH USING
THE DIRECT SHEAR TEST METHOD***

Muhamad Fahriza¹ , Yulian Firmana Arifin²

Civil Engineering Program, Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University Jl.

Jenderal Achmad Yani Km 35.5, Banjarbaru, South Kalimantan – 70714

E-mail: m.fahriza30@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to evaluate the effect of varying lengths of empty fruit bunch (EFB) palm fibers on the shear strength parameters of clay soil, specifically cohesion (c) and internal friction angle (ϕ), using the direct shear test method. The use of EFB fibers as a soil stabilization material presents a sustainable solution for improving the mechanical properties of soft clay soils.

In this study, the clay was mixed with water to reach its optimum moisture content, then blended with EFB fibers at a constant rate of 7% by dry weight, with fiber lengths of 1 cm, 2 cm, 3 cm, and 4 cm. The mixtures were compacted to achieve a dry density of 0.92 g/cm³ to ensure uniformity and consistency across samples. Direct shear tests were conducted to obtain shear strength parameters, followed by numerical slope stability analysis using GeoStudio (SLOPE/W)

based on the laboratory results. The findings indicate a significant improvement in shear strength due to fiber inclusion. The highest cohesion value of 0.1880 kg/cm² was achieved with 1 cm fibers, while the highest internal friction angle of 37.48° was observed with 2 cm fibers. Compared to untreated soil ($c = 0.1523$ kg/cm²; $\phi = 28.57^\circ$), the improvement is substantial. GeoStudio simulations further showed an increase in the slope safety factor from 1.286 (without fibers) to 1.647 (with 1 cm fibers), confirming the effectiveness of EFB fibers in enhancing slope stability.

Keywords: *clay soil, empty fruit bunch fiber, shear strength, direct shear test, soil stabilization, compaction, GeoStudio, SLOPE/W.*

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhamad Fahriza

NIM : 2110811210044

Fakultas : Teknik

Jurusan : S-1 Teknik Sipil

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Tugas Akhir : Studi Eksperimental Kuat Gesek Tanah yang Diperkuat dengan Serat Kelapa Sawit: Pengaruh Panjang Serat Menggunakan Metode Direct Shear Test

Pembimbing : Prof. Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T., IPM.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis

Muhamad Fahriza

2110811210044

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Segala syukur terpanjatkan untuk Allah SWT, Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena atas berkah rahmat dan hidayah-Nya jualah tugas akhir ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam juga untuk junjungan umat, Nabi Besar Muhammad SAW. Harapan dan doa semoga kita dapat memperoleh kebahagiaan dunia dan akhirat.

Tugas akhir ini disusun sebagai syarat untuk menempuh ujian Strata Satu (S1) Pada Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru, dengan judul “Studi Experimental Kuat Gesek Tanah yang Diperkuat Dengan Serat Kelapa Sawit: Pengaruh Panjang Serat Menggunakan Metode Direct Shear Test”.

Keberhasilan penyusunan tugas akhir ini berkat doa restu dan dukungan banyak pihak, untuk itu penyusun mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas segala bentuk kasih sayang, ilmu, dan limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua saya serta seluruh keluarga atas semua cinta, kasih sayang, segala bentuk dukungan, dan doa dari kalian yang tidak pernah berhenti dan sangat berarti.
3. Bapak Prof. Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan ilmu, saran, dan waktunya, serta dengan sabar memberikan bimbingan dari awal hingga selesainya tugas akhir ini.
4. Segenap dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak sekali memberikan ilmu kepada penulis.
5. Keluarga besar Eclipse 21 yang menemani hari-hari perkuliahan dengan semangat dan ideologi mahasiswa yang membara.

6. Teman dan sahabat yang selalu memberikan semangat dengan caranya masing-masing, memberikan inspirasi dalam hal apapun, serta berbagi pahit manis kehidupan.
7. Keluarga HMS FT ULM yang banyak memberikan pelajaran berarti selama masa perkuliahan.
8. Semua pihak yang telah memberikan andil besar dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih belum sempurna baik dari segi bahasa, teknik penulisan maupun dari segi keilmuannya. Oleh karenanya, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini dimasa yang akan datang.

Akhir kata penulis berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan dapat memperkaya ilmu.

Banjarbaru,

2025

Penulis

Muhamad Fahriza

2110811210044

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Serat Kelapa Sawit	4
2.2. Tanah Lempung	6
2.2.2 Perilaku Tanah Lempung yang Distabilisasi	6
2.2.3 Pengaruh Faktor Lingkungan terhadap Tanah Lempung	7
2.2.4 Tantangan dalam Pengelolaan Tanah Lempung.....	7
2.2.5 Studi Kasus dan Aplikasi	8

2.3 Pengaruh Panjang Serat terhadap Kuat Gesek Tanah.....	9
2.3.1 Pengaruh Panjang Serat terhadap Kuat Gesek	9
2.3.2 Hasil Eksperimen dengan Metode Direct Shear Test.....	9
2.3.3 Keuntungan Penggunaan Serat Kelapa Sawit.....	9
2.3.4 Tantangan Implementasi.....	10
2.4 Sifat Teknis dan Mekanis Tanah	10
2.4.1 Kuat Gesek Tanah	10
2.4.2 Kohesi dan Sudut Gesek Dalam Tanah	11
2.4.3 Kepadatan Tanah	12
2.4.4 Elastisitas Tanah.....	12
2.5 Metode <i>Direct Shear Test</i>	13
2.5.1 Prinsip Kerja.....	13
2.5.2 Perhitungan Parameter Kuat Gesek.....	14
2.5.3 Pengaruh Penambahan Serat pada Uji Gesek Langsung	14
2.5.4 Kelebihan dan Keterbatasan Metode	14
2.6 Mekanisme Interaksi Tanah dan Serat.....	15
2.7 Perlakuan Serat dengan NaOH.....	16
2.8 Penelitian Terdahulu	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. Bagan Alur Penelitian	18
3.2. Studi Literatur	19

3.3.	Material yang Digunakan.....	19
3.3.1	Tanah Lempung.....	19
3.3.2	Serat Kelapa Sawit.....	19
3.4.	Benda Uji.....	19
3.4.1.	Persiapan Benda Uji.....	20
3.4.2	Pembuatan Benda Uji.....	21
3.5.	Pengujian Benda Uji.....	21
3.5.1.	Prosedur Pengujian.....	21
3.5.2.	Variasi dan Replikasi Pengujian.....	24
3.5.3.	Dokumentasi dan Analisis Data.....	25
BAB IV.....		27
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1.	Karakteristik Benda Uji.....	27
4.1.1.	Karakteristik Tanah Lempung.....	27
4.1.2.	Pengujian Kadar Air Tanah.....	27
4.1.3.	Perlakuan Serat Kelapa Sawit.....	29
4.1.4.	Hasi Uji Berat isi(Dry Density).....	29
4.1.5.	Persiapan Campuran dan Benda Uji.....	30
4.2.	Hasil Pengujian <i>Direct Shear Test</i>	30
4.2.1.	Hasil Pengujian Tanah Tanpa Serat.....	30
4.2.2.	Hasil Pengujian Tanah dengan Serat Kelapa Sawit Panjang 1 cm.....	33

4.2.3.	Hasil Pengujian Tanah dengan Serat Kelapa Sawit Panjang 2 cm	35
4.2.4.	Hasil Pengujian Tanah dengan Serat Kelapa Sawit Panjang 3 cm	37
4.2.5.	Hasil Pengujian Tanah dengan Serat Kelapa Sawit Panjang 4 cm	39
4.3.	Analisis Perbandingan Nilai Gesek.....	41
4.3.1.	Perbandingan Nilai Kohesi (Cu).....	42
4.3.2.	Perbandingan Sudut Gesek Dalam (ϕ).....	43
4.3.3.	Persentase Peningkatan terhadap Tanah Asli	43
4.3.4.	Interpretasi Hasil Perbandingan	45
4.4.	Pola Gesek dan Observasi Visual	47
4.4.1.	Perilaku Tanah Tanpa Serat	47
4.4.2.	Pola Gesek dengan Serat Panjang 1–2 cm.....	48
4.4.3.	Pola Gesek dengan Serat Panjang 3–4 cm.....	49
4.4.4.	Dokumentasi Visual dan Interpretasi	49
4.5.	Implikasi Hasil.....	50
4.5.1.	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu.....	50
4.5.2.	Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan GeoStudio (SLOPE/W).....	50
4.5.3.	Kesimpulan dari Simulasi Numerik.....	56
BAB V.....		58
KESIMPULAN DAN SARAN		58
5.1.	Kesimpulan	58
5.2.	Saran	58

DAFTAR PUSTAKA..... 60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hubungan Kadar Air dan Kuat Gesek Tanah Lempung	7
Gambar 2.2 Pengaruh Panjang Serat terhadap Kuat Gesek Tanah	9
Gambar 2.3 Diagram Mekanisme Friksi dan Adhesi Serat dalam Tanah	15
Gambar 3.1 Bagian Alur Penelitian	18
Gambar 3.2 Alat Uji Gesek	15
Gambar 4.1 Grafik hubungan tegangan gesek terhadap deformasi horizontal pada tanah tanpa serat	31
Gambar 4.2 Grafik hubungan antara tegangan normal dan tegangan gesek maksimum pada tanah tanpa serat (Mohr-Coulomb)	32
Gambar 4.3 Grafik hubungan tegangan gesek terhadap deformasi horizontal tanah dengan serat 1 cm	34
Gambar 4.4 Grafik hubungan tegangan normal dan tegangan gesek maksimum tanah dengan serat 1 cm	34
Gambar 4.5 Grafik hubungan tegangan gesek terhadap deformasi horizontal pada tanah dengan serat 2 cm	36
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara tegangan normal dan tegangan gesek maksimum (Mohr-Coulomb) tanah dengan serat 2 cm	38
Gambar 4.7 Grafik hubungan tegangan gesek terhadap deformasi horizontal pada tanah dengan serat 3 cm	39
Gambar 4.8 Grafik hubungan antara tegangan normal dan tegangan gesek maksimum tanah dengan serat 3 cm (Mohr-Coulomb)	39
Gambar 4.9 Grafik hubungan tegangan gesek terhadap deformasi horizontal pada tanah dengan serat 4 cm	40
Gambar 4.10 Grafik hubungan antara tegangan normal dan tegangan gesek maksimum tanah dengan serat 4 cm (Mohr-Coulomb)	41
Gambar 4.11 Grafik perbandingan nilai kohesi (C_u) berdasarkan panjang serat	42
Gambar 4.12 Grafik perbandingan sudut gesek dalam (ϕ) terhadap panjang serat	43
Gambar 4.13 Grafik persentase peningkatan ϕ terhadap kontrol	44
Gambar 4.14 Grafik persentase peningkatan ϕ dan C_u terhadap kontrol	45
Gambar 4.15 Pola Gesek Tanah Tanpa Serat	48

Gambar 4.16 Pola Gesek Tanah Dengan Serat 1-2 cm.....	48
Gambar 4.17 Pola Gesek Tanah Dengan Serat 3-4 cm.....	49
Gambar 4.18 Visualisasi hasil simulasi stabilitas lereng tanpa serat (SF = 1,286).....	53
Gambar 4.19 Visualisasi stabilitas lereng dengan serat 1 cm (SF = 1,647).....	53
Gambar 4.20 Visualisasi stabilitas lereng dengan serat 2 cm (SF = 1,512).....	54
Gambar 4.21 Visualisasi stabilitas lereng dengan serat 3 cm (SF = 1,476).....	55
Gambar 4.22 Visualisasi stabilitas lereng dengan serat 4 cm (SF = 1,496).....	55
Gambar 4.23 Grafik Perbandingan SF dengan Panjang Serat.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Fisik Tanah Lempung	6
Tabel 2.2 Efek Material Stabilizer pada Tanah Lempung.....	8
Tabel 2.3 Pengaruh Panjang Serat terhadap Kuat Gesek Tanah	11
Tabel 2.4 Perbandingan Kuat Gesek Tanah dengan dan Tanpa Stabilisasi Serat	11
Tabel 2.5 Kohesi Tanah dengan dan Tanpa Serat Kelapa Sawit.....	12
Tabel 2.6 Modul Elastisitas Tanah Sebelum dan Sesudah Penambahan Serat.....	13
Tabel 2.7. Hasil Uji Direct Shear pada Tanah dengan dan Tanpa Serat Kelapa Sawit.....	14
Tabel 2.8 Pengaruh Komposisi Serat terhadap Kuat Gesek Tanah.....	15
Tabel 4.1 Sifat fisik tanah (Arifin dkk (2022)	28
Tabel 4.2 Hasil Uji Berat Isi Kering	29
Tabel 4.3 Panjang Serat dan Kohesi.....	42
Tabel 4.4 Panjang Serat dan Sudut Gesek Dalam.....	43
Tabel 4.5 Panjang Serat Terhadap Presentase Peningkatan	44
Tabel 4.6 Rekapitulasi Data Keseluruhan	55