

**ANALISA STABILITAS LERENG GALIAN DI LOKASI
PEMBORAN P.14 DESA BENUANG
KABUPATEN PALI**



TUGAS AKHIR

**Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang**

Disusun Oleh:

APRI NOMI HELDO

112022014

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG
TAHUN 2026**

**ANALISA STABILITAS LERENG GALIAN DI LOKASI
PEMBORAN P. 14 DESA BENUANG KABUPATEN PALI**



Oleh :

Apri Nomi Heido

11 2022 014

Mengetahui

**Disetujui,
Dekan Fakultas Teknik Sipil**



Ir. A. Junaidi, M.T.
NIDN. 0202026502

**Disetujui,
Ketua Program Studi Teknik
Sipil**



Ir. Mira Setiawati, S.T., M.T.
NIDN. 0006078101

**ANALISA STABILITAS LERENG GALIAN DI LOKASI
PEMBORAN P. 14 DESA BENUANG KABUPATEN PALI**



Oleh :

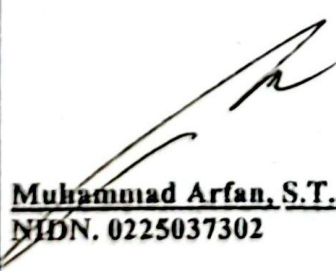
Apri Nomi Heldo

11 2022 014

Mengetahui

**Disetujui,
Pembimbing 1**

**Disetujui,
Pembimbing 2**


Muhammad Arfan, S.T., M.T.
NIDN. 0225037302


Marice Agustini, S.T., M.T.
NIDN. 0201088202

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA STABILITAS LERENG GALIAN DI LOKASI
PEMBORAN P. 14 DESA BENUANG KABUPATEN PALI**

Oleh :

Apri Nomi Heldo

11 2022 014

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Sidang Komprehensif Pada
Tanggal 27 Agustus 2026**

SUSUNAN DEWAN PENGUJI :

1. **Ir. Erny Agusri, M.T.**
NIDN. 0029086301


(.....)

2. **Ir. Revisdah, M.T.**
NIDN. 0231056403


(.....)

3. **Adji Utama, S.T., M.T.**
NIDN. 0230099301


(.....)

**Laporan Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana sipil (S.T)**

Palembang, 27 Agustus 2026 Program Studi Teknik Sipil Ketua,


Ir. Mira Setiawati, S.T., M.T.
NIDN. 0006078101

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Apri Nomi Heldo

NIM : 112022014

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Palembang

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir ini yang berjudul “ANALISA STABILITAS LERENG GALIAN DI LOKASI PEMBORAN P.14 DESA BENUANG KABUPATEN” merupakan hasil karya saya sendiri yang disusun berdasarkan proses penelitian yang telah dilakukan. Penelitian ini dibuat dengan mengacu pada berbagai sumber ilmiah yang relevan, yang seluruhnya telah dicantumkan secara jelas dalam daftar pustaka sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah.

Palembang, 27 Agustus 2026


 **APRI NOMI HELDO**
NIM. 112022014

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisa Stabilitas Lereng Galian di Lokasi Pemboran P.14 Desa Benuang Kabupaten PALI” sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang.

Penyusunan Tugas Akhir ini bertujuan untuk menganalisis kondisi stabilitas lereng galian pada lokasi pemboran dengan menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method*) melalui perangkat lunak PLAXIS 2D. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat keamanan lereng serta efektivitas penggunaan perkuatan geogrid, geotekstil, maupun kombinasi keduanya dalam meningkatkan nilai faktor keamanan lereng.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak, laporan ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan seluruh keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, kasih sayang, motivasi, serta dukungan moril maupun materil kepada penulis.
3. Rektor Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, serta pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, kritik, dan saran selama penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah memberikan ilmu pengetahuan, bantuan, dan pelayanan akademik selama masa perkuliahan.

8. Pihak perusahaan serta semua pihak yang telah memberikan data dan informasi yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian.
9. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Palembang yang telah memberikan semangat, bantuan, dan kerja sama selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan, pengalaman, dan kemampuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri, civitas akademika Universitas Muhammadiyah Palembang, serta para pembaca, khususnya dalam bidang Teknik Sipil dan Geoteknik.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Palembang, 27 Agustus 2026



Apri Nomi Heldo

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
LEMBAR PENGESAHAN	II
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	III
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJIAN	IV
LEMBAR PERNYATAAN	V
PRAKATA	VI
DAFTAR ISI.....	VII
DAFTAR GAMBAR.....	X
DAFTAR TABEL	XI
INTISARI	XII
<i>ABSTRACT</i>	XIII
DAFTAR NOTASI.....	XIV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 BATASAN MASALAH.....	2
1.4 MAKSUD DAN TUJUAN.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1 ANALISIS STABILITAS LERENG	4
2.2 TANAH.....	4
2.3 STABILITAS LERENG	8
2.4 PERKUATAN LERENG.....	12
2.4.1 Faktor Keamanan.....	13
2.4.2 <i>Geogrid</i>	16

2.4.3 Geotekstil	17
2.4.4 Parameter Tanah yang Digunakan.....	18
2.5 KONSOLIDASI	22
2.5.1 KOEFISIEN KONSOLIDASI (Cv) (<i>COEFFICIENT OF CONSOLIDATION</i>)	23
2.6 PENELITIAN TERDAHULU.....	25
2.7 MATRIK PENELITIAN	28
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 LOKASI PENELITIAN	30
3.2 TAHAPAN PENELITIAN.....	30
3.3 METODE PENGUMPULAN DATA	31
3.4 ANALISIS DATA	31
3.5 PENGUJIAN LAPANGAN.....	31
3.6 EVALUASI KARAKTERISTIK LAPISAN TANAH DI LOKASI P.14	34
3.7 GAMBAR GEOMETRI YANG AKAN DIRENCANAKAN	35
3.8 GAMBAR PERENCANAAN GALIAN	36
3.9 TAHAPAN ANALISIS STABILITAS GALIAN MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 2D V.24	38
3.10 KRITERIA PENILAIAN STABILITAS LERENG.....	40
3.11 PEMILIHAN MODEL MATERIAL TANAH PADA PLAXIS	40
3.12 PENENTUAN PARAMETER <i>HARDENING SOIL</i>	41
3.13 <i>FISHBONE</i> PENELITIAN	42
3.14 BAGAN ALIRAN PENELITIAN	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 ANALISA PERHITUNGAN	44
4.1.1 Pemodelan Analisis Stabilitas Lereng Metode <i>FEM (PLAXIS)</i>	44
4.1.2 Perbandingan Analisa Metode <i>FEM</i>	59
4.2 PEMBAHASAN	64
4.3 REKOMENDASI TEKNIS PENANGANAN LERENG	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	68

5.1 KESIMPULAN	68
5.2 SARAN	68
DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipe Keruntuhan Lereng Gabungan.....	9
Gambar 2.2 Contoh Permodelan <i>Plane-Stain Dan Axisymetri</i>	10
Gambar 3.1 Peta Lokasi.....	30
Gambar 3.2 Grafik CPT Terhadap <i>Properties</i> Tanah	32
Gambar 3.3 Grafik Korelasi N-SPT.....	33
Gambar 3.4 Geometri Perencanaan.....	36
Gambar 3.5 Gambar Tampak Galian	36
Gambar 3.6 Perencanaan Galian	37
Gambar 3.7 Perencanaan Penggalian.....	37
Gambar 3.8 Tampilan <i>Plaxis Input</i>	38
Gambar 3.9 Tampilan <i>Plaxis Calculation</i>	39
Gambar 3.10 <i>Plaxis Output</i>	39
Gambar 3.12 Eksisting Lereng.....	40
Gambar 3.13 <i>Fishbone</i> Penelitian	42
Gambar 3.4 Diagram.....	43
Gambar 3.5 Bagan Alir Penelitian.	43
Gambar 4.1 Pemodelan Awal.....	46
Gambar 4.2 Parameter Plaxis	47
Gambar 4.3 Tampak Prosedur Ko.	49
Gambar 4.4 Gambar Eksisting Awal	49
Gambar 4.5 Gambar Topografi.....	50
Gambar 4.6 Tampak Galian 1 Meter.....	50
Gambar 4.7 Galian 1 meter	50
Gambar 4.8 Tampak Galian 2 Meter.....	51
Gambar 4.9 Galian 2 meter	51
Gambar 4.10 Tampak Galian 3 Meter.....	51
Gambar 4.11 Galian 3 meter	52
Gambar 4.12 Galian 3,78 meter	52
Gambar 4.13 Tampak Galian Terpasang Perkuatan	52
Gambar 4.14 Galian Tanpa Perkuatan	53
Gambar 4.15 <i>Safety factor</i> Tanpa Perkuatan.....	54
Gambar 4.16 Galian Penambahan <i>Geogrid</i>	55
Gambar 4.17 Kondisi Tanah Menggunakan Perkuatan <i>Geogrid</i>	55
Gambar 4.18 <i>Safety Factor</i> Menggunakan Perkuatan <i>Geogrid</i>	56
Gambar 4.19 Kondisi Tanah Menggunakan Perkuatan <i>Geotextile</i>	57
Gambar 4.20 Kondisi Tanah Menggunakan Perkuatan <i>Geotextile</i>	57
Gambar 4.21 Kondisi Tanah Menggunakan Perkuatan <i>Geogrid dan Geotextile</i> ...58	
Gambar 4.22 Kondisi Tanah Menggunakan <i>Geogrid dan Geotextile</i>	58
Gambar 4.23 <i>Safety factor</i> Menggunakan Perkuatan <i>Geogrid dan Geotextile</i>	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan Konsistensi Tanah Terhadap Tekanan Konus dan Kohesi.....	7
Tabel 2.2 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah	8
Tabel 2.3 Rekomendasi Nilai Faktor Keamanan Untuk Lereng	9
Tabel 2.4 Faktor Keamanan Lereng	14
Tabel 2.5 Parameter Tanah untuk Analisa	19
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu	25
Tabel 2.7 Matrik Penelitian.....	28
Tabel 3.1 Korelasi penelitian.....	34
Tabel 3.2 Stabilitas lereng.....	40
Tabel 4.1 Parameter Perkuatan	48
Tabel 4.2 Parameter Perkuatan	48
Tabel 4.4 Rekapitulasi Hasil <i>Safety Factor</i>	64

INTISARI

Kegiatan penggalian pada lokasi pemboran minyak dapat menyebabkan perubahan kondisi tegangan tanah yang berpotensi menurunkan stabilitas lereng dan meningkatkan risiko terjadinya longsor. Oleh karena itu, diperlukan analisis stabilitas lereng untuk mengetahui tingkat keamanan lereng serta mengevaluasi efektivitas metode perkuatan yang dapat diterapkan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi geoteknik lereng galian di lokasi pemboran P.14 Desa Benuang, Kabupaten PALI, menentukan nilai faktor keamanan (*Safety Factor*) pada kondisi tanpa perkuatan maupun dengan perkuatan, serta memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan stabilitas lereng.

Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis numerik berbasis *Finite Element Method* (FEM) menggunakan perangkat lunak PLAXIS 2D V24. Model material tanah yang digunakan adalah *Hardening Soil Model* yang mampu merepresentasikan perilaku tanah secara *nonlinier*. Data yang digunakan merupakan data sekunder berupa hasil penyelidikan tanah melalui pengujian *Standard Penetration Test* (SPT), *Cone Penetration Test* (CPT), serta data parameter tanah yang meliputi berat *volume* tanah, kohesi, sudut geser dalam, modulus elastisitas, *rasio Poisson*, dan koefisien permeabilitas. Analisis dilakukan pada kondisi lereng eksisting hingga kedalaman galian 3,78 meter dengan empat skenario, yaitu tanpa perkuatan, menggunakan *geogrid*, menggunakan *geotextile*, serta kombinasi *geogrid* dan *geotextile*.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pekerjaan galian menyebabkan penurunan nilai faktor keamanan lereng sehingga diperlukan sistem perkuatan untuk meningkatkan kestabilannya. Penggunaan *geogrid* maupun *geotextile* mampu meningkatkan nilai faktor keamanan dibandingkan kondisi tanpa perkuatan, sedangkan kombinasi *geogrid* dan *geotextile* memberikan peningkatan stabilitas yang paling baik. Dengan demikian, kombinasi kedua material tersebut direkomendasikan sebagai alternatif perkuatan yang efektif untuk meminimalkan potensi kelongsoran pada lereng galian di lokasi penelitian.

Kata kunci: Stabilitas Lereng, *Safety Factor*, PLAXIS 2D, *Finite Element Method*, *Hardening Soil*, *Geotextile*, *Geogrid*.

ABSTRACT

Excavation activities at oil drilling sites can change the stress conditions of the soil, which could reduce slope stability and increase the risk of landslides. Therefore, slope stability analysis is needed to understand how safe the slope is and to evaluate the effectiveness of reinforcement methods that can be applied. This study aims to analyze the geotechnical conditions of the excavation slope at the P.14 drilling site in Benuang Village, PALI Regency, determine the Safety Factor values both without and with reinforcement, and provide technical recommendations to improve slope stability.

The research uses a quantitative approach with numerical analysis based on the Finite Element Method (FEM) using PLAXIS 2D V24 software. The soil material model used is the Hardening Soil Model, which can represent the nonlinear behavior of soil. The data used is secondary data in the form of soil investigation results through Standard Penetration Test (SPT), Cone Penetration Test (CPT), as well as soil parameter data including soil unit weight, cohesion, internal friction angle, modulus of elasticity, Poisson's ratio, and permeability coefficient. The analysis was carried out on the existing slope conditions down to an excavation depth of 3.78 meters with four scenarios: without reinforcement, using geogrid, using geotextile, and a combination of geogrid and geotextile. The analysis results show that excavation work causes a decrease in the slope safety factor, so a reinforcement system is needed to improve its stability. Using either geogrid or geotextile can increase the safety factor compared to no reinforcement, while the combination of geogrid and geotextile provides the best stability improvement. Thus, the combination of these two materials is recommended as an effective reinforcement alternative to minimize the potential for landslides on excavation slopes at the research site.

Keywords: *Slope Stability, Safety Factor, PLAXIS 2D, Finite Element Method, Hardening Soil Model, Geotextile, Geogrid.*

DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
γ	Berat isi tanah (Unit Weight)	kN/m ³
γ_{unsat}	Berat isi tanah tidak jenuh	kN/m ³
γ_{sat}	Berat isi tanah jenuh	kN/m ³
c	Kohesi tanah	kPa
c'	Kohesi efektif	kPa
ϕ	Sudut geser dalam	°
ϕ'	Sudut geser dalam efektif	°
ψ	Sudut dilatasi (Dilatancy Angle)	°
E	Modulus elastisitas	kPa atau MPa
$E_{50\text{ref}}$	Modulus deformasi pada pembebanan primer	kPa
E_{oedref}	Modulus kekakuan oedometer	kPa
E_{urref}	Modulus unloading–reloading	kPa
ν	Rasio Poisson	-
ν_{ur}	Rasio Poisson unloading–reloading	-
m	Eksponen ketergantungan tegangan pada Hardening Soil Model	-
p_{ref}	Tekanan referensi	kPa
K_0	Koefisien tekanan tanah diam	-
OCR	Over Consolidation Ratio	-
R_f	Failure Ratio	-
k	Koefisien permeabilitas	m/det atau m/hari
k_x	Permeabilitas arah horizontal	m/det
k_y	Permeabilitas arah vertikal	m/det
C_v	Koefisien konsolidasi	m ² /det
m_v	Koefisien kompresibilitas volume	m ² /kN
U	Derajat konsolidasi	%

σ	Tegangan	kPa
σ'	Tegangan efektif	kPa
σ_1	Tegangan utama mayor	kPa
σ_3	Tegangan utama minor	kPa
τ	Tegangan geser	kPa
ε	Regangan	-
ε_v	Regangan volumetrik	-
FS atau SF	Faktor keamanan (Safety Factor)	-
FEM	Finite Element Method	-
PLAXIS	Perangkat lunak analisis geoteknik berbasis FEM	-
CPT	Cone Penetration Test	-
q_c	Tahanan ujung konus	MPa atau kg/cm ²
f_s	Hambatan lekat selimut	kPa
Fr	Friction Ratio	%
SPT	Standard Penetration Test	-
N-SPT	Nilai pukulan SPT	pukulan/30 cm
c_u	Kuat geser tak terdrainase	kPa
GI	Group Index (AASHTO)	-
LL	Liquid Limit (Batas Cair)	%
PL	Plastic Limit (Batas Plastis)	%
PI	Plasticity Index	%
FEM	Metode Elemen Hingga	-
HS	Hardening Soil Model	-
LEM	Limit Equilibrium Method	-

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanah longsor merupakan salah satu bentuk gerakan massa tanah atau batuan yang terjadi akibat ketidakseimbangan gaya penahan dan gaya pendorong pada suatu lereng. Fenomena ini sering menimbulkan kerugian material, gangguan terhadap infrastruktur, serta ancaman terhadap keselamatan manusia. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman yang mendalam mengenai faktor-faktor penyebab longsor serta upaya evaluasi terhadap kestabilan lereng. Salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi stabilitas lereng adalah penggalian atau penambangan galian yang dilakukan di area tersebut. Galian yang dilakukan secara sembarangan dapat mengubah struktur tanah, mengurangi kekuatan lereng, dan meningkatkan risiko terjadinya longsor. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis yang mendalam mengenai dampak penggalian terhadap stabilitas lereng.

Analisa galian pada lereng terhadap longsor bertujuan untuk memahami bagaimana perubahan yang diakibatkan oleh aktivitas galian dapat memperburuk atau mempengaruhi kondisi geologi lereng. Dengan mempertimbangkan berbagai faktor, seperti jenis tanah, kedalaman galian, dan kondisi cuaca, analisis ini dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kriteria stabilitas lereng serta langkah-langkah mitigasi yang perlu diambil untuk mencegah terjadinya longsor. Studi ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berarti dalam bidang rekayasa geoteknik dan manajemen lingkungan, sekaligus meningkatkan pemahaman masyarakat dan pengambil keputusan mengenai pentingnya menjaga stabilitas lereng, terutama di wilayah yang rawan longsor. Melalui analisa yang sistematis dan berbasis data, kita dapat menciptakan solusi yang lebih efektif untuk mengurangi risiko longsor yang disebabkan oleh aktivitas galian.

Sumatra Selatan di kenal salah satu provinsi penghasil minyak bumi, gas alam, dan batu bara. Kabupaten Pali merupakan salah satu pemasok penghasil minyak yang ada di provinsi Sumatra Selatan. Oleh karena itu dari perusahaan Pertamina atau penambang liar pengeboran di Kabupaten Pali, sehingga bisa menyebabkan

terjadinya longsor yang bisa mengganggu stabilitas lereng dari galian yang dilakukan. Dengan latar belakang tersebut, saya selaku penulis ingin menganalisis bagaimana kondisi lereng galian pada pemboran minyak di Lokasi pemboran P.14 Desa Benuang Kabupaten Pali.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam laporan ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi geoteknik lereng galian ?
2. Berapa besar nilai faktor keamanan (*safety factor*) lereng sebelum menggunakan perkuatan ?
3. Rekomendasi teknis apa yang dapat dilakukan untuk menstabilkan kembali lereng agar tidak terjadi longsor di kemudian hari ?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis stabilitas lereng dilakukan menggunakan perangkat lunak PLAXIS 2D dengan metode *Finite Element Method (FEM)*.
2. Model tanah yang digunakan adalah *Hardening Soil Model (HS Model)*.
3. Analisis hanya dilakukan pada kondisi lereng akibat pekerjaan galian hingga kedalaman sekitar 3,78 meter.
4. Perkuatan yang dianalisis hanya berupa, tanpa perkuatan, *geogrid*, *geotextile*, kombinasi *geogrid* dan *geotextile*.

1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui bagaimana kondisi geoteknik lereng galian.
2. Menentukan berapa besar nilai faktor keamanan pada lereng galian tanpa menggunakan perkuatan.
3. Memberikan rekomendasi tentang langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengurangi kemungkinan terjadinya longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Avianza, A. D., Pradiptya, A., & Agung, P. A. M. (2023). Analisis stabilitas lereng galian Waduk Brigif terhadap perbedaan tinggi muka air rencana. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Bowles, J. E. (1989). *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. New York: McGraw-Hill.
- Bowles, J. E. (1996). *Foundation Analysis and Design* (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Brinkgreve, R. B. J., Kumarswamy, S., & Swolfs, W. M. (2016). *PLAXIS 2D Reference Manual*. Delft: Plaxis BV.
- Das, B. M. (1994). *Principles of Geotechnical Engineering*. Boston: PWS Publishing Company.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Pedoman Teknis Perencanaan Stabilitas Lereng*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Fauzi, A., Sukobar, Wahyudi, D. I., & Moeljono, R. A. T. (2019). Analisa stabilitas lereng dan alternatif penanganannya studi kasus kanal utama Row 80 kawasan industri JIPE-Gresik. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2009). *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Analisis dan Perancangan Fondasi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2021). *Mekanika Tanah Lanjutan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hidayat, W., Sudisman, R. A., & Aristo, A. (2023). Perencanaan dan analisis perkuatan lereng menggunakan fondasi micropiles. *Jurnal Teknik Sipil*
- Noronha, E. M. D. C., Arifianto, A. K., & Hanggara, I. (2019). Analisis penentuan faktor keamanan stabilitas lereng menggunakan metode Fellenius dan

Bishop. *Jurnal Teknik Geoteknik*

Reddish, D. J. (1989). *Ground Movements in Mining*. London: Springer.

Santoso, B. (1998). *Mekanika Tanah dan Aplikasinya*. Jakarta: Erlangga.

Santoso, B., dkk. (2020). Analisis kuat geser tanah berdasarkan uji geser langsung dan triaxial. *Jurnal Teknik Geoteknik*, 12(3), 201–210.

Situmorang, Y. L. A., Pribadi, A. D., Agape, M., & Sitorus, J. E. (2022). Analisis kestabilan lereng akibat galian. *Jurnal Teknik Sipil*.

Whittaker, B. N., & Reddish, D. J. (2021). *Subsidence: Occurrence, Prediction and Control*. Amsterdam: Elsevier.

Yulikasari, A., Utama, W., & Purwanto, S. (2017). Analisis faktor keamanan tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas dan LEM. *Jurnal Rekayasa Sipil*.