

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1450/WM/FT.S/SKR/2022

**ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN TIANG (*PILE*)
MENGUNAKAN PEMODELAN DUA DIMENSI**



**DISUSUN OLEH :
MARGARETHA ARIESTA SIDE**

**NOMOR REGISTRASI
211 18 041**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA
KUPANG
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN

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

Nama : Margaretha Ariesta Side
Nomor Registrasi : 211 18 041
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN TIANG (*PILE*) MENGGUNAKAN PEMODELAN DUA DIMENSI"

Adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan pembimbing, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya dan jika ada tuntutan formal dan non formal dari pihak yang berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Widya Mandira.

Dinyatakan : di Kupang

Tanggal : 22 Juli 2022


Margaretha Ariesta Side

LEMBARAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1450/WM/FT.S/SKR/2022

ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN TIANG (PILE) MENGGUNAKAN PEMODELAN DUA DIMENSI

DISUSUN OLEH:
MARGARETHA ARIESTA SIDE

NOMOR REGISTRASI:

211 18 041

DIPERIKSA OLEH:

PEMBIMBING I



Krisantos Ria Bela, ST., MT

NIDN: 15 2505 9301

PEMBIMBING II



Sri Santi Seran, ST., M.Si

NIDN: 08 1511 8303

DISETUJUI OLEH:

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG



Dr. DON GASPAR N DA COSTA, ST., MT

NIDN: 08 2003 6801

DISAHKAN OLEH:

DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA KUPANG



Patrisius Batarius, ST., MT

NIDN: 08 1503 7801

LEMBARAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

NOMOR : 1450/WM/FT.S/SKR/2022

ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN TIANG (PILE) MENGGUNAKAN PEMODELAN DUA DIMENSI

DISUSUN OLEH:
MARGARETHA ARIESTA SIDE

NOMOR REGISTRASI:

211 18 041

DIPERIKSA DAN DISETUJUI OLEH:

PENGUJI I



Christiani Chandra Manubulu, ST., M.Eng
NIDN: 08 1906 9102

PENGUJI II



Engelbertha N. Bria Seran, ST., MT
NIDN: 15 0711 8501

PENGUJI III



Krisantos Ria Bela, ST., MT
NIDN: 15 2505 9301



“ALLAH sendiri akan memimpin engkau, dan Ia pulalah yang akan menyertai engkau. Ia tidak akan membiarkan engkau dan tidak akan meninggalkan engkau. Jangan takut dan jangan kecut hati.”

(Ulangan 31:8)

ABSTRAKSI

ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN TIANG (*PILE*) MENGGUNAKAN PEMODELAN DUA DIMENSI

Margaretha Ariesta Side¹, Krisantos Ria Bela², Sri Santi Seran³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira,

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira

E-mail : aristaside4@gmail.com¹, krisantosbela@unwira.ac.id², santi.seran8@gmail.com³

Stabilitas lereng sangat erat kaitannya dengan longsor atau gerakan tanah yang merupakan proses perpindahan massa tanah secara alami dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Perkuatan lereng merupakan salah satu cara yang sesuai untuk menstabilkan kondisi lereng yang rawan terjadi longsor. Perkuatan lereng dapat dilakukan menggunakan tiang (*pile*). Bendungan Manikin merupakan salah satu proyek yang sedang dikerjakan dengan karakteristik tanah kohesif yang mudah mengalami longsor dan menggunakan tiang (*pile*) sebagai upaya perkuatan lereng. Penelitian ini bertujuan menganalisis stabilitas lereng dan perkuatannya, dan juga untuk mengetahui faktor keamanan (*safety factor*) lereng tersebut agar aman dari bahaya longsor.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan program Plaxis 8.6 pada lereng asli nilai *safety factor* tidak diperoleh dikarenakan lereng mengalami *collapse*. Maka dilakukan penggantian geometri pada lereng eksisting dengan melakukan *cutting* di bagian kanan lereng agar tidak terlalu curam sehingga yang sebelumnya setinggi 13 m menjadi 8 m. Lereng dengan geometri baru memiliki nilai *safety factor* sebesar 1.2444 <1.5, sehingga lereng dianggap tidak aman namun nilai *safety factor* menjadi lebih besar, hal ini menunjukkan bahwa solusi penanganan masalah pada lereng berjalan dengan baik walaupun masih kurang dari angka aman yang ditargetkan. Setelah itu alternatif solusi dengan menambahkan perkuatan tiang pancang (*spunpile*) dan proteksi berupa *shotcrete* K300 setebal 10 cm memperoleh kenaikan yang tinggi sebesar 3.2226 >1.5. Kenaikan nilai *safety factor* tersebut memperlihatkan bahwa lereng telah aman dari bahaya longsor.

Kata kunci: Stabilitas lereng, *Pile*, *Plaxis 8.6*, Metode Elemen Hingga, *Safety factor*.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Yang Maha Esa Allah Bapa di dalam Surga, Tuhan Yesus Kristus dan Bunda Maria karena atas rahmat, penyertaan dan bimbinganNya sehingga penulis dapat mengerjakan Tugas Akhir dengan judul **“ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN PERKUATAN TIANG (PILE) MENGGUNAKAN PEMODELAN DUA DIMENSI”**. Disusun sebagai suatu wujud nyata untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Selama penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini penulis tak lepas dari pihak lain yang telah membantu baik dari segi bimbingan, arahan, dorongan, serta saran dan kritik yang sifatnya membangun. Maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Don Gaspar N. Da Costa, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
2. Bapak Krisantos Ria Bela, ST., MT selaku Dosen Pembimbing 1 (satu) yang telah dengan rela meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing serta memberikan pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Sri Santi Seran, ST., M.Si selaku Dosen Pembimbing 2 (dua) yang telah dengan rela meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing serta memberikan pengarahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Mauritius I. R. Naikofi, ST., MT yang telah membimbing dan memberi arahan kepada penulis dalam menyusun Tugas Akhir ini.
5. Seluruh dosen dan karyawan di Program Studi Teknik Sipil yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan selama penulis menuntut ilmu di Program Studi Teknik Sipil.
6. Badan Wilayah Sungai Nusa Tenggara II dan jajarannya yang telah menyediakan data bagi penulis guna dijadikan referensi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Bapa, Mama, kakak, adik tersayang dan seluruh keluarga besar di Manggarai dan di Kupang yang telah memberikan dukungan, motivasi dan doa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.

8. Sahabat yang sudah memberikan dukungan dan motivasi selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Teman - teman seperjuangan "Civil Engineering 2018".
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Penulis sadar bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu penulis menerima segala kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan penulisan Tugas Akhir ini.

Kupang, 2022

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBARAN PENGESAHAN	ii
LEMBARAN PERSETUJUAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Tujuan Penelitian	I-2
1.4 Manfaat Penelitian	I-3
1.5 Batasan Masalah	I-3
1.6 Keterkaitan Dengan Peneliti Terdahulu	I-3
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Parameter Tanah	II-1
2.1.1 Klasifikasi tanah dari data sondir	II-2
2.1.2 Parameter tanah berdasarkan <i>Standard Penetration Test</i> (N-SPT)	II-3
2.1.3 <i>Modulus Young</i>	II-6
2.1.4 Angka Pori	II-7
2.1.5 Porositas	II-7
2.1.6 Kadar Air	II-8
2.1.7 Derajat Kejenuhan	II-8
2.1.8 Berat Jenis Tanah Basah	II-8
2.1.9 Berat Jenis Tanah Kering	II-8
2.1.10 Kohesi	II-8
2.1.11 Sudut Geser Dalam	II-9
2.1.12 <i>Poisson Ratio</i>	II-9
2.2 Stabilitas Lereng	II-10
2.2.1 Teori Kelongsoran	II-11

2.2.2	Kuat Geser Tanah	II-13
2.2.3	Daya Dukung Tanah	II-14
2.2.4	Teori Analisis Stabilitas Lereng	II-15
2.2.5	Angka Keamanan (<i>Safety Factor</i>)	II-17
2.3	Tiang (<i>Pile</i>).....	II-18
2.4	Tekanan Tanah Lateral	II-21
2.5	<i>Plaxis 2D 8.6</i>	II-21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Umum	III-1
3.2	Lokasi Penelitian	III-1
3.3	Data	III-1
3.4	Diagram Alir	III-3
3.5	Penjelasan Diagram Alir	III-3
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		IV-1
4.1	Data	IV-1
4.2	Parameter Analisis	IV-1
4.2.1	Data Gempa	IV-1
4.2.2	Data Topografi dan Data Tanah Asli	IV-2
4.3	Analisis Lereng Eksisting	IV-9
4.4	Analisis Stabilitas Lereng dengan Geometri baru	IV-13
4.5	Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Tiang (<i>pile</i>)	IV-17
4.6	Pembahasan	IV-21
BAB V PENUTUP		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Persamaan dan perbedaan dengan peneliti terdahulu	I-3
Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah dari data sondir	II-2
Tabel 2.2 Hubungan Antara Konsistensi Dengan Tekanan Conus Pada Tanah Lempung	II-3
Tabel 2.3 Hubungan Antara Kepadatan, Relative Density, Nilai N SPT, qc dan \emptyset Pada Tanah Pasir	II-3
Tabel 2.4 Korelasi empiris antara nilai N-SPT dengan <i>unconfined compressive strength</i> dan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) untuk tanah kohesif ...	II-4
Tabel 2.5 Korelasi Berat Jenis Tanah (γ) Untuk Tanah Non Kohesif dan Kohesif	II-5
Tabel 2.6 Korelasi Berat Jenis Tanah Jenuh (γ_{sat}) Untuk Tanah Non Kohesif	II-5
Tabel 2.7 Nilai Tipikal Berat Volume Tanah	II-5
Tabel 2.8 Korelasi Nilai N-Spt Dengan Relative Density Tanah Non Kohesif	II-6
Tabel 2.9 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah	II-7
Tabel 2.10 Hubungan Sudut Geser Dalam dan Jenis Tanah	II-9
Tabel 2.11 Nilai perkiraan Angka Poissons Tanah	II-9
Tabel 2.12 Nilai Faktor keamanan untuk lereng tanah	II-17
Tabel 2.13 Rekomendasi nilai faktor keamanan untuk lereng batuan	II-18
Tabel 3.1 Nilai Faktor keamanan untuk lereng tanah	III-4
Tabel 3.2 Rekomendasi nilai faktor keamanan untuk lereng batuan	III-4
Tabel 4.1 Parameter Material yang digunakan, berdasarkan data Geotek titik terdekat (INA GT 28)	IV-6
Tabel 4.2 Nilai Koordinat pemodelan geometri lereng STA 0+912.789	IV-9
Tabel 4.3 Nilai Koordinat pemodelan geometri baru.....	IV-13
Tabel 4.4 Parameter shotcrete yang digunakan sebagai proteksi	IV-17
Tabel 4.5 Rekapitulasi Hasil Analisis	IV-21

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tiga Fase Elemen Tanah	II-1
Gambar 2.2 Hubungan antara kohesi (c) dan nilai N-SPT untuk tanah kohesif	II-4
Gambar 2.3 Hubungan antara sudut geser (ϕ) dan nilai N-SPT untuk tanah pasir	II-6
Gambar 2.4 <i>Rotational Slide</i>	II-12
Gambar 2.5 <i>Translation slide</i>	II-12
Gambar 2.6 <i>Surface slide</i>	II-13
Gambar 2.7 <i>Deep slide</i>	II-13
Gambar 2.8 Kelongsoran muka	II-16
Gambar 2.9 Kelongsoran dasar	II-16
Gambar 2.10 Kelongsoran ujung kaki	II-16
Gambar 2.11 <i>Triangular Piles</i>	II-19
Gambar 2.12 <i>Spun pile</i>	II-20
Gambar 2.13 <i>Square Piles</i>	II-20
Gambar 2.14 Jendela <i>General setting</i>	II-23
Gambar 2.15 Jendela penggambaran geometri model	II-24
Gambar 2.16 Jendela tampilan <i>Soil and interfaces</i>	II-26
Gambar 2.17 Jendela tampilan <i>plate properties</i>	II-26
Gambar 2.18 Jendela tampilan <i>geogrid properties</i>	II-27
Gambar 2.19 Jendela tampilan <i>anchor properties</i>	II-27
Gambar 2.20 <i>Mesh generation</i>	II-28
Gambar 2.21 K_0 procedure	II-29
Gambar 2.22 <i>General setting</i>	II-30
Gambar 3.1 Peta Lokasi Bendungan Manikin	III-1
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	III-3
Gambar 4.1 Peta Zonasi gempa	IV-1
Gambar 4.2 Nilai Percepatan Gempa Bendungan Manikin	IV-2
Gambar 4.3 <i>Geologic Drilling Log</i> INA GT 2	IV-2
Gambar 4.4 Lokasi INA GT 28	IV-3
Gambar 4.5a Lokasi tinjauan STA 0+912.789	IV-3
Gambar 4.5b Lokasi tinjauan STA 0+912.789	IV-4
Gambar 4.6 Penampang Outlet Saluran Pengelak	IV-5
Gambar 4.7 Geometri model lereng eksisting STA 0+912.78	IV-8

Gambar 4.8 Tampilan Mesh lereng eksisting	IV-10
Gambar 4.9 Effective stresses Lereng Eksisting	IV-11
Gambar 4.10 Hasil Perhitungan Lereng Eksisting STA 0+912.978	IV-12
Gambar 4.11 Tampilan Mesh lereng geometri baru	IV-13
Gambar 4.12 <i>Effective stresses</i> lereng geometri baru	IV-14
Gambar 4.13 <i>Deformed Mesh</i> lereng geometri baru	IV-14
Gambar 4.14 Arah pergerakan tanah lereng geometri baru	IV-15
Gambar 4.15 <i>Total displacement</i> lereng baru	IV-15
Gambar 4.16 <i>Safety factor</i> lereng baru	IV-16
Gambar 4.17 Pemodelan shotcrete dan tiang pancang/ <i>spunpile</i>	IV-18
Gambar 4.18 <i>Effective stresses</i> lereng setelah proteksi dan perkuatan (<i>Spunpile</i>).....	IV-18
Gambar 4.19 <i>Deformed mesh</i> lereng setelah proteksi dan perkuatan (<i>Spunpile</i>).....	IV-19
Gambar 4.20 Arah pergerakan tanah lereng setelah diberi proteksi dan Perkuatan	IV-19
Gambar 4.21 <i>Total displacement</i> lereng setelah proteksi dan perkuatan	IV-20
Gambar 4.22 <i>Safety factor</i> lereng setelah proteksi dan perkuatan	IV-20