



**STUDI KOMPARATIF KESTABILAN LERENG
MENGUNAKAN METODE KESETIMBANGAN
BATAS DAN ELEMEN HINGGA PADA TANAH
LEMPUNG LUNAK DI DAERAH JAMBI**

SKRIPSI

**Diajukan Universitas Muhammadiyah Surabaya
Untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik**

**SINTA AMILAILA ARVINDU
NIM 20241333008**

**DOSEN PEMBIMBING
Ir. Bambang Kiswono, M.T.**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2026**



**STUDI KOMPARATIF KESTABILAN LERENG
MENGUNAKAN METODE KESETIMBANGAN
BATAS DAN ELEMEN HINGGA PADA TANAH
LEMPUNG LUNAK DI DAERAH JAMBI**

SKRIPSI

**SINTA AMILAILA ARVINDU
NIM 20241333008**

**DOSEN PEMBIMBING
Ir. Bambang Kiswono, M.T.**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
2026**

PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Sinta Amilaila Arvindu
NIM : 20241333008
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar tulisan saya dan bukan merupakan plagiat sebagian atau seluruhnya.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil plagiasi, baik sebagian atau seluruhnya, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Surabaya, Juni 2026
Yang membuat pernyataan,



Sinta Amilaila Arvindu
NIM. 20241333008

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik (S.T.)

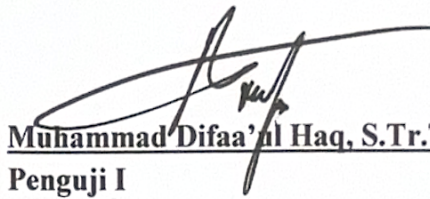
Oleh:
SINTA AMILAILA ARVINDU
20241333008

Tanggal Ujian : 12 Mei 2026

Dewan Penguji



Ir. Bambang Kiswono, MT.
Pembimbing



Muhammad Difaa'ul Haq, S.Tr.T., M.T.
Penguji I



Dr. Ir. Isnaniati, M.T.
Penguji II

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik,



Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars.

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Sipil



Anna Rosytha, S.T., MT.

STUDI KOMPARATIF KESTABILAN LERENG MENGUNAKAN METODE KESETIMBANGAN BATAS DAN ELEMEN HINGGA PADA TANAH LEMPUNG LUNAK DI DAERAH JAMBI

Nama : Sinta Amilaila Arvindu
NIM : 20241333008
Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Kiswono, M.T.

ABSTRAK

Pembangunan jalan akses menuju Bandara Depati Parbo berada pada kawasan yang didominasi oleh tanah lempung lunak dengan karakteristik daya dukung rendah serta kerentanan tinggi terhadap longsor. Kondisi ini menuntut dilakukannya analisis kestabilan lereng. Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil analisis kestabilan lereng menggunakan *Metode Kesetimbangan Batas* dan *Metode Elemen Hingga*. Analisis kesetimbangan batas dilakukan dengan pendekatan Morgenstern-Price menggunakan perangkat lunak StablPro, sedangkan analisis numerik/elemen hingga dilakukan dengan perangkat lunak Plaxis 2D. Hasil menunjukkan bahwa Plaxis 2D menghasilkan faktor keamanan lebih tinggi, yaitu 2,6, dibandingkan metode Morgenstern-Price yang berada pada batas minimum 1,5. Perbedaan ini berkaitan dengan kemampuan metode elemen hingga dalam memodelkan perilaku nonlinier tanah serta deformasi secara lebih realistis. Meskipun demikian, kedua metode memperlihatkan kecenderungan pola keruntuhan yang relatif serupa, dan perbedaan nilai faktor keamanan masih berada dalam batas yang dapat diterima.

Kata Kunci: Kestabilan Lereng, Tanah Lempung Lunak, Metode Kesetimbangan Batas, Metode Elemen Hingga, Faktor Keamanan.

COMPARATIVE STUDY OF SLOPE STABILITY USING THE LIMIT EQUILIBRIUM METHOD AND FINITE ELEMENT METHOD ON SOFT CLAY SOIL IN THE JAMBI REGION

Nama : Sinta Amilaila Arvindu
NIM : 20241333008
Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Kiswono, M.T.

ABSTRACT

The site at Depati Parbo Airport, dominated by soft clay soil, necessitates a slope stability analysis for the construction of the access road. This type of soil is characterized by low bearing capacity and high susceptibility to landslides. Therefore, a slope stability analysis is required. This study aims to analyze slope stability by comparing the Limit Equilibrium Method (LEM) and the numerical method based on the Finite Element Method (FEM). The methods used in this research include the limit equilibrium method with the Morgenstern–Price approach, assisted by StablPro software, and the numerical analysis using Plaxis 2D software. The results indicate that the Plaxis 2D method produces a higher safety factor value of 2.6 compared to the Morgenstern–Price method, which is at the minimum threshold of 1.5. This difference is related to the ability of the finite element method to model nonlinear soil behavior and deformation more realistically. Nevertheless, both methods show relatively similar failure patterns, and the difference in safety factor values remains within an acceptable range.

Keywords: Slope Stability, Soft Clay Soil, Limit Equilibrium Method, Finite Element Method, Safety Factor.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, serta motivasi. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Helmy Darjanto, M.T., yang telah berkenan meluangkan waktu untuk berdiskusi, memberikan masukan, serta berbagi ilmu dan pengalaman sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Suami, anak, dan orang tua tercinta, yang senantiasa memberikan doa, dukungan, motivasi, kasih sayang, serta bantuan material selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Ir. Vippy Dharmawan, M.Ars., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas selama penulis menempuh pendidikan.
4. Ibu Anna Rosytha, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surabaya yang telah memberikan arahan dan dukungan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
5. Bapak Ir. Bambang Kiswono, M.T., selaku dosen pembimbing yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan tidak pernah lelah memberikan arahan, bimbingan, koreksi, serta masukan yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini.
6. Rekan-rekan seperjuangan, yang selalu bersedia mendengarkan, berdiskusi, bertukar pikiran, serta memberikan semangat selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, akademisi, maupun pihak-pihak lain yang membutuhkan.

Surabaya, Juni 2026

Sinta Amilaila Arvindu

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN TIDAK MELAKUKAN PLAGIAT.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Jalan Inspeksi.....	6
2.2 Kontur Tanah.....	7
2.3 Penyiapan Tanah Dasar	7
2.3.1 Pekerjaan Galian dan Timbunan	8
2.3.2 Material	9
2.3.3 Penyiapan Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>).....	10
2.3.4 Toleransi Dimensi Timbunan.....	11
2.4 Pemasatan Tanah.....	12
2.4.1 Tebal Penghamparan Urugan.....	12
2.4.2 Finishing dan Perlindungan Subgrade	12
2.5 <i>Geotechnical Triangle</i>	12
2.5.1 Ground Profile (Profil Tanah).....	13
2.5.2 Soil Behaviour (Perilaku Tanah).....	14
2.5.3 Appropriate Model (Model yang Sesuai).....	14
2.5.4 Peran Pengalaman Empiris dalam Geotechnical Triangle	14

2.5.5 Penerapan Geotechnical Triangle pada Stabilitas Lereng.....	15
2.6 Definisi Analisis Stabilitas Lereng	16
2.7 Definisi Faktor Keamanan.....	16
2.8 <i>Limit Equilibrium Method</i> (LEM)	19
2.9 Perbedaan Metode Stabilitas Lereng	23
2.10Metode <i>Morgenstern-Price</i>	25
2.11Metode Elemen Hingga (FEM)	35
2.11.1 Teori Deformasi	37
2.11.2 Hardening Soil Model.....	40
2.11.3 Mohr-Coulomb Model	42
2.12Parameter Tanah	44
2.12.1 Berat Isi Tanah	44
2.12.2 Kuat Geser Kohesi (C_u dan c')	45
2.12.3 Modulus Elastisitas Tanah (E_u dan E').....	45
2.12.4 Kuat Sudut Geser Dalam (ϕ).....	47
2.12.5 Poisson Ratio Tanah.....	48
2.13Perangkat Lunak (<i>Software</i>) yang Digunakan dalam Penelitian	49
2.13.1 Plaxis 2D.....	49
2.13.2 StablPro.....	52
2.14Kajian Penelitian Terdahulu	53
BAB III METODE PENELITIAN	55
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	55
3.2 Rancangan Penelitian	56
3.2.1 Persiapan Penelitian	56
3.2.2 Pengumpulan Data Sekunder	57
3.2.3 Penyusunan Model Tanah	57
3.2.4 Analisis Kestabilan Lereng	57
3.2.5 Analisis dengan Metode Morgenster-Price (StablPro 2015)	57
3.2.6 Analisis dengan Metode Elemen Hingga (Plaxis 2D).....	58
3.2.7 Perbandingan Hasil	60
3.2.8 Pembahasan dan Validasi.....	60
3.3 Tempat Penelitian	60

3.4 Jadwal Penelitian	61
BAB IV PEMBAHASAN	63
4.1 Metode <i>Limit Equilibrium Method</i>	63
4.1.1 Korelasi Data Tanah.....	63
4.1.2 Tahapan Aplikasi StablPro.....	65
4.2 <i>Finite Element Method</i>	72
4.2.1 Korelasi Data Tanah.....	73
4.2.2 Tahapan Aplikasi Plaxis 2D.....	75
BAB V PENUTUP	92
5.1 Kesimpulan.....	92
5.2 Saran	92
DAFTAR PUSTAKA.....	93
BIOGRAFI PENULIS.....	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jalan Akses.	6
Gambar 2.2 Kerapatan Garis Kontur pada Daerah Curam dan Daerah Landai.	7
Gambar 2.3 Geotechnical Triangle.....	13
Gambar 2.4 Analisis Stabilitas dengan Metode Irisan.	19
Gambar 2.5 Definisi D dan l untuk Faktor Koreksi dalam Metode Sederhana Janbu.	24
Gambar 2.6 Pembentukan Garben Akibat Slip Non-Rotasi.	26
Gambar 2.7 Kondisi ini yang menggambarkan terjadinya permukaan slip non-sirkular.....	27
Gambar 2.8 Gaya yang bekerja pada irisan tak terhingga.	28
Gambar 2.9 Massa Geser Potensial.	28
Gambar 2.10 Permukaan slip tidak melingkar pada bagian yang homogen	32
Gambar 2.11 Lereng yang Mengalami Penurunan Cepat.....	33
Gambar 2.12 Diagram stabilitas penurunan untuk $c' / \gamma H = 0,0125$	34
Gambar 2.13 Diagram stabilitas penurunan untuk $c'/\gamma H = 0,025$	34
Gambar 2.14 Diagram stabilitas penurunan untuk $c'/\gamma H = 0,05$	34
Gambar 2.15 Proses Perhitungan Faktor Keamanan dalam FEM (<i>phi-c reduction</i>).....	36
Gambar 2.16 Mode Deformasi.	38
Gambar 2.17 Grafik tegangan-regangan (stress-strain curve).....	40
Gambar 2.18 Kondisi Tegangan pada Keadaan Runtuh.....	43
Gambar 2. 19 Grafik Hubungan Nilai Sudut Geser Dalam terhadap N-SPT.	48
Gambar 2. 20 Grafik Hubungan Nilai Sudut Geser Dalam terhadap Nilai PI (%).	48
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	55
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian.	61
Gambar 4. 1 Lapisan Tanah.....	65
Gambar 4. 2 Menentukan Satuan..	66
Gambar 4. 3 Tampilan Pengisian Data Koordinat Batas Lereng (Left X, Left Y, Right X, Right Y) pada StablPro 2015.....	67
Gambar 4. 4 Tampilan Jendela Input Koordinat Batas Lereng pada StablPro 2015.....	67
Gambar 4. 5 Pemilihan Menu Soil Properties pada Tahap Penginputan Parameter Tanah di StablPro 2015.	68
Gambar 4. 6 Tampilan Jendela Penginputan Parameter Soil Properties pada StablPro 2015..	68
Gambar 4. 7 Tampilan Menu Data untuk Pengaturan Muka Air Tanah (Water Surface) pada StablPro 2015.	69
Gambar 4. 8 Tampilan Jendela Penginputan Garis Piezometrik (Piezometric Surface) pada StablPro 2015.	69
Gambar 4. 9 Tampilan Menu Pengaturan Pembebanan (Surcharge and Earthquake Loading) pada StablPro 2015.....	70
Gambar 4. 10 Tampilan Jendela Penginputan Pembebanan (Surcharge Load) pada StablPro 2015.	70
Gambar 4. 11 Menu Failure Surface Search Controls dan Pemilihan Spencer's Method pada StablPro 2015.	71

Gambar 4. 12 Tampilan Pengaturan Parameter Pencarian Bidang Gelincir Menggunakan Spencer's Method pada StablPro 2015.....	71
Gambar 4. 13 Menu Run Analysis pada StablPro 2015 Untuk gambar hasil analisis.	72
Gambar 4. 14 Hasil Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Spencer's Method dengan Nilai Faktor Keamanan (FS) = 1,535.	72
Gambar 4. 15 Pembuatan Proyek Baru.	76
Gambar 4. 16 Pengaturan Model dan Satuan pada Project Properties Plaxis 2D.	76
Gambar 4. 17 Tampilan Pembuatan Geometri dan Stratigrafi pada Plaxis 2D.....	77
Gambar 4. 18 Pembentukan Lapisan Tanah (Stratigrafi) pada Model Plaxis 2D.	77
Gambar 4. 19 Tampilan Menu Material Sets untuk Pendefinisian Parameter Tanah pada Plaxis 2D.	78
Gambar 4. 20 Penginputan Parameter Tanah pada Lapisan Very Soft Clay.....	79
Gambar 4. 21 Penginputan Parameter Tanah pada Lapisan Silty Clay.....	80
Gambar 4. 22 Penginputan Parameter Tanah pada Lapisan Clayey Sand.....	80
Gambar 4. 23 Penginputan Parameter Tanah pada Lapisan Dense Sand.....	81
Gambar 4. 24 Penginputan Parameter Tanah pada Lapisan Clay.	82
Gambar 4. 25 Penginputan Parameter Tanah pada Lapisan Silty Sand.	82
Gambar 4. 26 Proses Pembuatan Soil Polygon dan Pembentukan Zona Tanah pada Plaxis 2D.	83
Gambar 4. 27 Proses Pemberian Material pada Setiap Soil Polygon di Plaxis 2D.	84
Gambar 4. 28 Penginputan Parameter Material Tanah Timbunan.	85
Gambar 4. 29 Proses Pemberian Material pada Timbunan di Plaxis 2D.	85
Gambar 4. 30 Proses Pemberian Beban Garis (Line Load) pada Model Plaxis 2D.....	86
Gambar 4. 31 Proses Membuat Saluran Air (Create Drain) pada Model Plaxis 2D.....	87
Gambar 4. 32 Proses Generate Mesh dan Pengaturan Mesh Options pada Plaxis 2D.....	88
Gambar 4. 33 Proses Penentuan Muka Air Tanah (Water Level) pada Initial Phase di Plaxis 2D.	88
Gambar 4. 34 Pengaturan Initial Phase pada Staged Construction di Plaxis 2D.....	89
Gambar 4. 35 Tampilan Menu Staged Construction dan Phases Explorer pada Plaxis 2D.	90
Gambar 4. 36 Proses Perhitungan (Calculate) pada Menu Staged Construction Plaxis 2D....	90
Gambar 4. 37 Safety Factor sebelum Pembebanan.	91
Gambar 4. 38 Safety Factor setelah Pembebanan.	91