

SKRIPSI

**ANALISIS STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN
ANALISIS BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA
DAN KESETIMBANGAN BATAS
(STUDI KASUS : LERENG BOYOLALI)**



**DANIEL SUTANTO
NPM : 6101801203**

PEMBIMBING: Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2022**

SKRIPSI

**SLOPE STABILITY ANALYSIS USING FINITE
ELEMENT METHOD AND LIMIT EQUILIBRIUM
METHOD (STUDY CASE : BOYOLALI SLOPE)**



**DANIEL SUTANTO
NPM : 6101801203**

**SUPERVISOR: Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.
KO-SUPERVISOR: Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY FACULTY OF
ENGINEERING PROGRAM STUDY CIVIL ENGINEERING**

(Accredited By Decision BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

**BANDUNG
JUNE 2022**

SKRIPSI

**ANALISIS STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN
ANALISIS BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA
DAN KESETIMBANGAN BATAS
(STUDI KASUS : LERENG BOYOLALI)**




**DANIEL SUTANTO
NPM : 6101801203**

BANDUNG, JUNI 2022

PEMBIMBING:

KO-PEMBIMBING:


Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.


Ir. Ignatius Tommy Pratama,

S.T., M.S.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2022**

SKRIPSI

ANALISIS STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN ANALISIS BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA DAN KESETIMBANGAN BATAS (STUDI KASUS : LERENG BOYOLALI)



NAMA: DANIEL SUTANTO

NPM: 6101801203

PEMBIMBING: Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.
KO-PEMBIMBING: Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T.,
M.S.
PENGUJI 1: Siska Rustiani, Ir., M.T.
PENGUJI 2: Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No.11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022

PERNYATAAN

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

Nama : Daniel Sutanto
NPM : 6101801203
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Analisis Berbasis Metode Elemen Hingga dan Kesetimbangan Batas (Studi Kasus : Lereng Boyotali)

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain 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 Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 15 Juli 2022



Daniel Sutanto

ANALISIS STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN ANALISIS BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA DAN KESETIMBANGAN BATAS (STUDI KASUS : LERENG BOYOLALI)

**Daniel Sutanto
NPM: 6101801203**

**Pembimbing: Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.
Ko-Pembimbing: Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
Juni 2022**

ABSTRAK

Metode elemen hingga (MEH) dan kesetimbangan batas (MKB) merupakan pendekatan yang umum digunakan dalam mengukur peningkatan kestabilan lereng yang diperkuat geogrid. Analisis dilakukan dengan bantuan program SLIDE untuk MKB dan PLAXIS 2D untuk MEH dengan tujuan mengetahui pengaruh spasi vertikal, jarak geogrid, gaya tarik yang bekerja pada geogrid dan terakhir membandingkan metode analisis MEH dan MKB. Penelitian ini menyimpulkan bahwa terjadi peningkatan faktor keamanan pada ketiga variasi kasus. Dengan memperkecil spasi vertikal geogrid, menambah jarak geogrid dan meningkatkan kekuatan tarik geogrid membuat kuat geser tanah meningkat pada daerah perkuatan geogrid. Sehingga bidang gelincir yang semula terbentuk di dekat *facing*, menjadi semakin menjauhi *facing* seiring dengan bertambahnya kuat geser tanah di dekat daerah *facing*. Deformasi yang terjadi pada analisis MEH memiliki kemiripan untuk semua variasi. Deformasi pada dasar timbunan memiliki deformasi maksimum 4.6 cm dan pada permukaan atas timbunan memiliki deformasi maksimum 14.7 cm. Lokasi gaya aksial maksimum yang terjadi pada geogrid menggambarkan posisi bidang gelincir yang terjadi.

Kata Kunci: Bidang Gelincir , Geogrid, Metode Elemen Hingga, Metode Kesetimbangan Batas, Stabilitas Lereng

ANALISIS STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN ANALISIS BERBASIS METODE ELEMEN HINGGA DAN KESETIMBANGAN BATAS (STUDI KASUS : LERENG BOYOLALI)

**Daniel Sutanto
NPM: 2000410999**

**Pembimbing: Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D..
Ko-Pembimbing: Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
Juni 2022**

ABSTRACT

Finite element method (FEM) and limit equilibrium method (LEM) are commonly used approaches to measure the increase in geogrid-reinforced slope stability. The analysis was carried out using SLIDE for LEM and PLAXIS 2D for FEM with the aim of knowing the effect of vertical spacing, geogrid distance and tensile forces acting on the geogrid and finally comparing the FEM and LEM analysis methods. This study concluded that there is an increase in the factor of safety in the three variations of cases. By reducing the vertical spacing of the geogrid, increasing the distance of the geogrid and increasing the tensile strength of the geogrid, the shear strength of the soil increases in the geogrid reinforcement area. So that the slip surface which was originally formed near the facing, becomes further away from the facing along with the increase in the shear strength of the soil near the facing area. The deformations that occur in the MEH analysis are similar for all variations. The deformation at the base of the embankment has a maximum deformation of 4.6 cm and at the top surface of the embankment it has a maximum deformation of 14.7 cm. The location of the maximum axial force that occurs in the geogrid describes the position of the slip surface that occurs.

Keywords: Finite Element Method, Geogrid, Limit Equilibrium Method, Slip Surface, Slope Surface

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkatnya, penulis dapat menyelesaikan skripsinya yang berjudul “Analisis Stabilitas Lereng menggunakan Analisis Berbasis Metode Elemen Hingga dan Kesetimbangan Batas (Studi Kasus:Lereng Boyolali)”. Di mana skripsi ini merupakan salah satu prasyarat lulus di studi tingkat sarjana Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam pengerjaan penelitian skripsi ini banyak rintangan yang dilewati mulai dari hal kecil sekalipun hingga hal yang dapat membuat skripsi ini hilang selamanya. Namun berkat bantuan yang diterima oleh penulis, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, oleh karena itu penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan arahan, saran dan kritik kepada penulis untuk dapat mengembangkan skripsinya dengan baik
2. Bapak Ir. Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S. selaku dosen ko-pembimbing yang memberikan arahan, saran, kritik, dan sebagai pengawas pertama selama pengerjaan skripsi ini berlangsung.
3. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., Bapak Aswin Lim, S.T., MSc. Eng., Ph.D., Bapak Eric Ng Yin Kuan, Ir., M.T., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., Ir. Aflizal Arafianto, S.T., M.T., Ir. Martin Wijaya, Ph.D. selaku dosen-dosen pusat studi geoteknik yang telah memberikan saran dan kritik dalam pengerjaan penelitian skripsi ini.
4. Orang tua penulis yang memberikan dukungan dan target selama pengerjaan skripsi sehingga penelitian skripsi ini dapat berlangsung dengan baik.
5. Teman-teman satu bimbingan yang saling memberikan dukungan satu sama yang lain dalam menyelesaikan penelitian skripsi ini, terutama kepada Hendra Martin yang telah meminjamkan penulis laptop untuk melanjutkan penulisan skripsi.
6. Seluruh dosen dan asisten dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah mengajar secara langsung maupun

- tidak langsung yang membuat saya memilih topik, menjalankan, dan menyelesaikan skripsi ini.
7. Seluruh teman dari Angkatan 2018, kakak, adik tingkat, alumni, serta pihak lain yang tidak dapat ditulis satu persatu yang telah membantu dan mendukung penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penelitian skripsi yang dilakukan penulis jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis menghargai saran dan kritik yang diberikan oleh berbagai pihak yang dapat membangun agak pada kesempatan berikutnya penulis dapat memberikan karya yang lebih baik lagi. Penulis berharap bahwa penelitian skripsi ini dapat berguna dan memberikan manfaat bagi pembaca yang membutuhkan, terima kasih.



Bandung, 30 Juni 2022

Daniel Sutanto
6101801203

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------------------------------|
| LEMBAR PERNYATAAN | Error! Bookmark not defined. |
| ABSTRAK | iii |
| ABSTRACT | iv |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR NOTASI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1-1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1-1 |
| 1.2 Inti Permasalahan | 1-2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 1-2 |
| 1.4 Lingkup Penelitian | 1-2 |
| 1.5 Metode Penelitian | 1-3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 1-3 |
| 1.7 Diagram Alir | 1-5 |
| BAB 2 DASAR TEORI | 2-1 |
| 2.1 Stabilitas Lereng | 2-1 |
| 2.2 Mechanically Stabilized Earth (MSE) | 2-1 |
| 2.3 Geogrid | 2-2 |
| 2.3.1 Analisis Eksternal Geogrid | 2-4 |
| 2.3.1.1 <i>Sliding</i> | 2-4 |

| | | |
|---------|---|------|
| 2.3.1.2 | <i>Overturning</i> | 2-4 |
| 2.3.1.3 | <i>Bearing Capacity (Daya Dukung Tanah)</i> | 2-5 |
| 2.3.2 | Analisis Internal Geogrid..... | 2-5 |
| 2.3.1 | Spasi Antar Geogrid | 2-7 |
| 2.3.2 | Panjang Geogrid Minimum (L_{req})..... | 2-7 |
| 2.4 | Federal Highway Administration (FHWA)..... | 2-8 |
| 2.5 | Metode Kesetimbangan Batas | 2-8 |
| 2.6 | Metode Elemen Hingga..... | 2-8 |
| 2.7 | Penelitian Terpublikasi..... | 2-9 |
| BAB 3 | METODOLOGI PENELITIAN | 3-11 |
| 3.1 | Perhitungan Stabilitas Lereng (<i>Hand Calculation</i>) | 3-11 |
| 3.2 | Perhitungan Stabilitas Lereng (SLIDE)..... | 3-11 |
| 3.2.1 | <i>Project Setting</i> | 3-12 |
| 3.2.2 | Permodelan Geometri Tanah dan Beban..... | 3-12 |
| 3.2.3 | Input Parameter Tanah..... | 3-12 |
| 3.2.4 | Input Parameter Geogrid | 3-13 |
| 3.2.5 | <i>Compute dan Interpret</i> | 3-14 |
| 3.3 | Perhitungan Stabilitas Lereng (PLAXIS)..... | 3-14 |
| 3.3.1 | <i>Project Properties</i> | 3-15 |
| 3.3.2 | Geometri Tanah..... | 3-16 |
| 3.3.3 | <i>Material Input</i> | 3-17 |
| 3.3.4 | Memodelkan Geogrid..... | 3-18 |
| 3.3.5 | Memodelkan Pembebanan..... | 3-19 |
| 3.3.6 | <i>Generate Mesh</i> | 3-19 |
| 3.3.7 | <i>Stage Construction</i> | 3-20 |
| 3.3.8 | <i>Output</i> | 3-21 |

| | |
|---|------|
| 3.4 Pengolahan Data Analisis menggunakan <i>Spreadsheets</i> | 3-21 |
| 3.5 Membandingkan Hasil dengan Publikasi Terdahulu. | 3-21 |
| BAB 4 ANALISIS DATA | 4-1 |
| 4.1 Lokasi Penelitian..... | 4-1 |
| 4.2 Data Tanah | 4-2 |
| 4.3 Analisis Menggunakan <i>Hand Calculation</i> | 4-4 |
| 4.3.1 Beban | 4-4 |
| 4.3.2 <i>Sliding</i> | 4-5 |
| 4.3.3 <i>Overtuning</i> | 4-6 |
| 4.3.4 <i>Bearing Capacity</i> | 4-6 |
| 4.3.5 Gaya Tarik Geogrid..... | 4-7 |
| 4.3.6 Spasi Antar Geogrid..... | 4-8 |
| 4.4 Kekuatan Tarik Geogrid..... | 4-8 |
| 4.5 Analisis Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas dan Metode Elemen Hingga..... | 4-9 |
| 4.5.2 Analisis Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas (MKB)..... | 4-10 |
| 4.5.3 Analisis Menggunakan Metode Elemen Hingga (MEH)..... | 4-10 |
| 4.6 Hasil Faktor Keamanan dari MKB dan MEH..... | 4-12 |
| 4.7 Perbandingan Faktor Keamanan dan Bidang Gelincir MKB dan MEH.. | 4-13 |
| 4.7.1 Perbandingan Tanpa dan Menggunakan Geogrid pada Timbunan.. | 4-13 |
| 4.7.2 Perbandingan Variasi Panjang Spasi Vertikal Geogrid | 4-14 |
| 4.7.3 Perbandingan Variasi Jarak Maksimal Geogrid..... | 4-16 |
| 4.7.4 Perbandingan Variasi Gaya Tarik Geogrid..... | 4-18 |
| 4.7.5 Hasil Penurunan MEH | 4-20 |
| 4.7.6 Hasil Horizontal Deformasi pada <i>Facing</i> MEH..... | 4-22 |

| | |
|---|------|
| 4.8 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Publikasi Terdahulu..... | 4-22 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN..... | 5-1 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 5-1 |
| 5.2 Saran..... | 5-1 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | i |
| LAMPIRAN 1 TABEL Nc, Nq, dan Ny..... | 1-1 |
| LAMPIRAN 2 BIDANG GELINCIR..... | 2-2 |



DAFTAR NOTASI

| | |
|------------|---|
| α | : Faktor koreksi skala |
| C_r | : Coverage Ratio pada umumnya sebesar 0.8 |
| e | : esentrisitas pada timbunan |
| F^* | : Koefisien perkuatan interaksi antara tanah dengan geosintetik |
| FK | : Faktor Keamanan |
| K_a | : Koefisien aktif Rankine |
| L | : Panjang timbunan |
| L_e | : Panjang geogrid yang digunakan |
| M_o | : Momen <i>overturning</i> |
| M_s | : Momen Stabilisasi |
| P | : Beban horizontal yang bekerja pada timbunan |
| q | : Beban diatas timbunan |
| R_f | : <i>Resisting force</i> dari <i>Sliding</i> |
| RF_{id} | : Faktor reduksi instalasi pada geogrid |
| RF_{cr} | : Faktor reduksi creep berdasarkan durasi struktur pada geogrid |
| RF_{cbd} | : Faktor reduksi dari degradasi kimia dan biological pada geogrid |
| S_v | : Spasi vertikal antar geogrid, |
| T_{all} | : kekuatan tarik geogrid setelah direduksi |
| T_{req} | : kekuatan tarik geogrid setelah direduksi dibagi dengan FK 1.5 |
| T_{ult} | : kekuatan tarik geogrid sebelum direduksi |
| x | : Titik berat beban horizontal |
| W | : Beban timbunan yang bekerja |
| μ | : Koefisien friksi |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|------|
| Gambar 1.1 Diagram Alir | 1-6 |
| Gambar 2.1 Ilustrasi Stabilitas Lereng Metode Kesetimbangan Batas (Hardiyatmo, 2010)..... | 2-1 |
| Gambar 2.2 Perbandingan Biaya dengan tinggi timbunan (Koerner, 2013)..... | 2-2 |
| Gambar 2.3 Jenis Jenis Geogrid, Uniaxial (kiri), Biaxial (Tengah), dan Triaxial (Kanan)..... | 2-3 |
| Gambar 2.4 Stabilitas Eksternal dan Internal pada Geogrid (Koerner, 2005) | 2-6 |
| Gambar 2.5 Parameter yang dibutuhkan dalam menghitung spasi geogrid (Koerner, 2005) | 2-7 |
| Gambar 3.1 <i>Project Setting</i> SLIDE..... | 3-12 |
| Gambar 3.2 Input Parameter Tanah | 3-13 |
| Gambar 3.3 Penentuan Desain Geogrid..... | 3-14 |
| Gambar 3.4 Halaman awal PLAXIS 2D (<i>project</i>)..... | 3-15 |
| Gambar 3.5 Halaman awal PLAXIS 2D (<i>model</i>) | 3-16 |
| Gambar 3.6 <i>Import Geometry</i> | 3-16 |
| Gambar 3.7 Subhalaman <i>parameters</i> pada <i>soil and interfaces</i> | 3-17 |
| Gambar 3.8 Halaman Geogrid pada <i>material input</i> | 3-18 |
| Gambar 3.9 Menggambar Geogrid pada PLAXIS 2D | 3-18 |
| Gambar 3.10 Pembuatan beban merata pada pemodelan PLAXIS 2D..... | 3-19 |
| Gambar 3.11 Hasil Diskretisasi dari pemodelan PLAXIS 2D | 3-19 |
| Gambar 3.12 Stage Construction dari Permodelan..... | 3-21 |
| Gambar 4.1 Lokasi Rencana Pabrik Beton Pracetak | 4-1 |
| Gambar 4.2 Lereng 1 (Kiri) dan Lereng 2 (Kanan) | 4-1 |
| Gambar 4.3 Potongan F-F pada Denah Kontur | 4-2 |
| Gambar 4.4 Potongan F-F Sebelum Perbaikan..... | 4-2 |

| | |
|---|------|
| Gambar 4.5 Data SPT dan CPT pada Potongan F-F | 4-3 |
| Gambar 4.6 Grafik Schertmann,1987 S-1 | 4-3 |
| Gambar 4.7 Lokasi Lapisan Tanah..... | 4-4 |
| Gambar 4.8 Permodelan Lereng dengan menggunakan spasi 1m, panjang maksimum 15m dan kekuatan geogrid 138.6 kN/m | 4-10 |
| Gambar 4.9 Proses Permodelan Konstruksi pada Lereng. | 4-12 |
| Gambar 4.10 Perbandingan Bidang Gelincir dan Faktor Keamanan Dengan dan Tanpa Menggunakan Geogrid MKB..... | 4-14 |
| Gambar 4.11 Perbandingan Bidang Gelincir dan Faktor Keamanan Dengan dan Tanpa Menggunakan Geogrid MEH..... | 4-14 |
| Gambar 4.12 Perbandingan Faktor Keamanan Variasi Spasi Vertikal Geogrid .. | 4-15 |
| Gambar 4.13 Perbandingan Faktor Keamanan MEH Selama Fase Konstruksi Variasi Spasi Vertikal | 4-15 |
| Gambar 4.14 Perbandingan Bidang Gelincir MKB dan MEH..... | 4-16 |
| Gambar 4.15 Perbandingan Faktor Keamanan Variasi Jarak Maksimal Geogrid | 4-16 |
| Gambar 4.16 Perbandingan Faktor Keamanan MEH Selama Fase Konstruksi Variasi Panjang Geogrid | 4-17 |
| Gambar 4.17 Perbandingan Bidang Gelincir MKB dan MEH Variasi Panjang Geogrid..... | 4-18 |
| Gambar 4.18 Perbandingan Gaya Aksial yang Terjadi pada Geogrid Panjang Maksimal 15 m (kiri) dan 20 m (kanan) | 4-18 |
| Gambar 4.19 Perbandingan Faktor Keamanan Variasi Jarak Kekuatan Tarik Geogrid..... | 4-19 |
| Gambar 4.20 Perbandingan Faktor Keamanan MEH Selama Fase Konstruksi Variasi Kekuatan Tarik Geogrid | 4-19 |

| | |
|--|------|
| Gambar 4.21 Perbandingan Bidang Gelincir MKB dan MEH Variasi Kekuatan Tarik Geogrid | 4-20 |
| Gambar 4.22 Titik Tinjauan bawah (Merah) dan Atas Permukaan Timbunan (Hitam) | 4-20 |
| Gambar 4.23 Perbedaan Penurunan pada Atas Permukaan Timbunan..... | 4-21 |
| Gambar 4.24 Perbedaan Penurunan pada Dasar Timbunan..... | 4-21 |
| Gambar 4.25 Perpindahan Horizontal pada <i>Facing</i> | 4-22 |
| Gambar 4.26 Perbandingan Faktor Keamanan dengan Makalah Pembanding Variasi Spasi Vertikal..... | 4-23 |
| Gambar 4.27 Perbandingan Faktor Keamanan dengan Makalah Pembanding Variasi Jarak Maksimum Geogrid..... | 4-23 |
| Gambar 4.28 Perbandingan Faktor Keamanan dengan Makalah Pembanding Variasi Kekuatan Tarik Geogrid | 4-24 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|------|
| Tabel 2.1 Rekomendasi faktor reduksi untuk persamaan (2.1) untuk menentukan kekuatan tarik yang digunakan pada desain akhir (Koerner, 2005)..... | 2-6 |
| Tabel 3.1 Faktor Keamanan Stabilitas Eksternal SNI 8460-2017 | 3-11 |
| Tabel 4.1 Parameter Tanah..... | 4-4 |
| Tabel 4.2 N_c , N_q , dan N_γ Berdasarkan <i>Terzaghi's Bearing Capacity Factors</i> | 4-6 |
| Tabel 4.3 Faktor Reduksi Gaya Tarik pada Geogrid..... | 4-7 |
| Tabel 4.4 Kekuatan tarik maksimum dari produk Miragrid® | 4-9 |
| Tabel 4.5 Skema Kombinasi Analisis | 4-9 |
| Tabel 4.6 Faktor Keamanan Analisis Metode Kesetimbangan Batas | 4-12 |
| Tabel 4.7 Faktor Keamanan Analisis Metode Elemen Hingga | 4-13 |
| Tabel 4.8 Hubungan <i>Pullout Resistance</i> Terhadap Gaya Aksial Maksimum ... | 4-19 |



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| LAMPIRAN 1 TABEL N_c , N_q , dan N_γ | 1-1 |
| LAMPIRAN 2 BIDANG GELINCIR | 2-2 |



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Analisis metode kesetimbangan batas (MKB) merupakan salah satu pendekatan konvensional yang digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng. Metode konvensional ini menganalisis kestabilan lereng dengan cara membagi masa tanah di atas bidang gelincir menjadi beberapa baji. Baji yang sudah terbagi digunakan dimasukkan persamaan kesetimbangan untuk menganalisis kestabilan lereng. Namun, hasil dari faktor keamanan menggunakan MKB dapat bervariasi dikarenakan asumsi (*Janbu, Fellenius, Bishop* dan lain-lain) yang digunakan dalam perhitungan berbeda satu dengan yang lainnya (Liu, et al., 2015). Sehingga dikembangkan metode elemen hingga (MEH) dengan metode reduksi $c-\phi$ untuk perhitungan stabilitas lereng oleh Zienkiewicz, et al., (1975). Keuntungan utama metode elemen hingga adalah pada bidang gelincir kritis terbentuk secara otomatis seiring reduksi $c-\phi$ berlangsung. Namun, metode ini memiliki kekurangan yaitu tidak dapat menentukan bidang gelincir lainnya selain bidang gelincir kritis (Cheng, et al., 2007).

Stabilitas lereng dapat ditingkatkan dengan perkuatan berbahan sintesis atau dikenal sebagai geosintetik bila pada permukaan tanah yang lebih tinggi pada lereng memikul beban yang besar. Lereng dengan perkuatan geosintetik umum dikenal sebagai *Mechanically Stabilized Earth (MSE) system*. Namun, konstruksi lereng yang diperkuat dengan geosintetik masih banyak terjadi kegagalan. Koerner (2011) melaporkan bahwa terjadi 82 kegagalan pada lereng yang diperkuat oleh MSE geosintetik di mana 95% dari kegagalan dikarenakan kesalahan desain. Hal ini sangat disayangkan karena tidak dapat memaksimalkan potensi MSE geosintetik yang murah dan cepat dalam waktu pengerjaannya (Peter, 2014).

Analisis terkait perkuatan menggunakan geosintetik sudah sangat banyak diteliti. Namun, penelitian terkait dengan gaya tarik dan spasi vertikal antar geogrid masih minim dilakukan. Sedangkan kedua faktor tersebut merupakan hal yang

penting dalam menentukan faktor keamanan internal pada kestabilan lereng (Koerner, 2005)

Dalam penelitian ini dilakukan analisis menggunakan dua *software*, yaitu SLIDE untuk MKB dan PLAXIS 2D untuk MEH. Analisis menggunakan data kasus dari pembangunan pabrik beton pracetak di Kabupaten Boyolali. Analisis dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan peningkatan faktor keamanan lereng dengan dan tanpa geogrid.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan adalah pengaruh spasi vertikal dan gaya tarik geogrid terhadap nilai faktor keamanan lereng yang diestimasi menggunakan MKB dan MEH.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan nilai faktor keamanan lereng jika tanpa dan dengan geogrid;
2. Mengetahui pengaruh spasi vertikal, Panjang Geogrid, dan gaya tarik maksimum geogrid terhadap nilai faktor keamanan & Bidang Gelincir lereng;
3. Membandingkan nilai faktor keamanan dari analisis MKB dan MEH.

1.4 Lingkup Penelitian

Batasan-batasan masalah pada penelitian ini terdiri dari:

1. Penelitian dilakukan menggunakan data proyek pada pembangunan pabrik beton pracetak di Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah;
2. Data yang digunakan berupa data pemboran teknis, uji penetrasi standar (SPT), uji sondir (CPT) dan Denah Lapangan;
3. Permodelan dilakukan dengan model tanah material Mohr-Coulomb;
4. Permodelan antar spasi geogrid dibuat 0.5m, 1m, dan 2m;
5. Permodelan geogrid yang digunakan adalah geogrid dengan kekuatan tarik 108kN/m, 138.6 kN/m dan 200kN/m;

6. *Boundary* pada pemodelan sesuai dengan potongan di lapangan;
7. Pemodelan dilakukan dengan bantuan software SLIDE dan PLAXIS 2D.

1.5 Metode Penelitian

Metoda penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

- **Studi Literatur**

Studi literatur merupakan proses pengumpulan informasi terkait skripsi di mana hal tersebut dapat mendukung hasil analisis, pemodelan dan hasil dari penelitian. Studi literatur dapat dilakukan dengan cara membaca buku teks, jurnal, artikel, dan beberapa skripsi terdahulu.
- **Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dimensi dari lereng dan data pemboran teknis, uji penetrasi standar (SPT), uji sondir, dan uji laboratorium di mana dapat digunakan sebagai dasar analisis dan pemodelan.
- **Analisis Numerik**

Proses perhitungan faktor keamanan berdasarkan pengumpulan data sebelumnya yang nantinya dianalisis menggunakan program SLIDE dan PLAXIS 2D.
- **Analisis dan membandingkan data**

Setelah mendapatkan hasil faktor keamanan, kedua faktor keamanan dengan metode yang berbeda, kedua hasil tersebut dibandingkan. Dari hal tersebut terlihat peningkatan faktor keamanan akibat pengaruh spasi dan kekuatan tarik dair geogrid. Setelah itu hasil juga dibandingkan dengan studi yang sudah pernah terpublikasi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan mengikuti pedoman Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan tugas akhir, lingkup penelitian, metodologi penelitian yang dilakukan, sistematika penulisan dan *flow chart* tugas akhir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Membahas tentang teori yang dijadikan landasan dalam tugas akhir ini, teori mencakup tentang pengertian tentang lereng, MSE, geogrid, cara penentuan spasi antar geogrid, kekuatan tarik geogrid berdasarkan *Federal Highway Administration* (FHWA), dan penjelasan terhadap pemodelan yang dilakukan pada program SLIDE dan PLAXIS 2D.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Membahas tentang metode yang digunakan dalam menganalisis faktor keamanan lereng menggunakan program SLIDE dan PLAXIS 2D.

BAB 4 ANALISIS DATA dan HASIL

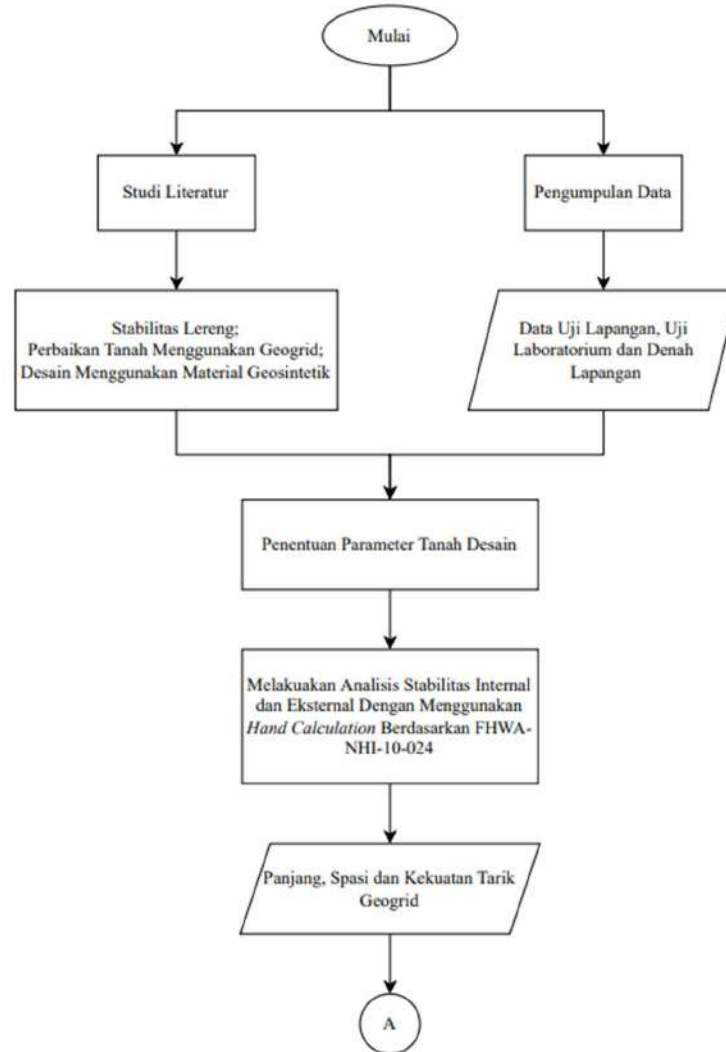
Membahas tentang hasil numerik berdasarkan pengolahan data yang dilakukan pada program SLIDE dan PLAXIS 2D dan membandingkan dengan hasil yang sudah terpublikasi sebelumnya.

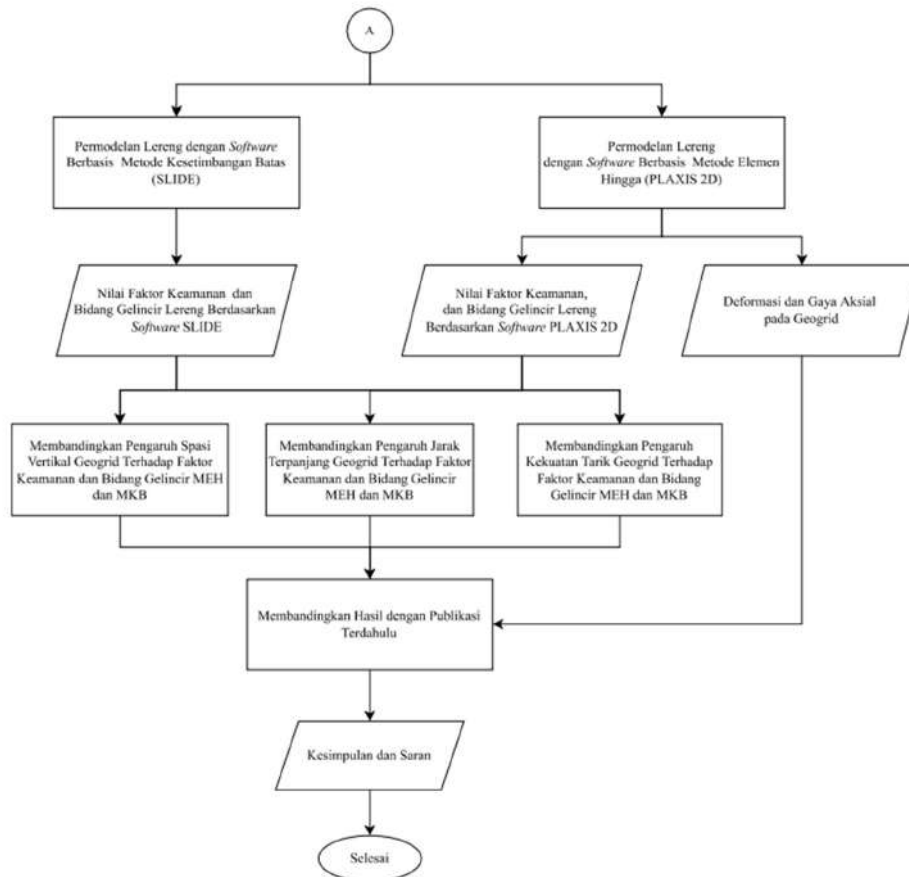
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Menarik kesimpulan dari hasil analisis, serta memberikan saran untuk menunjang penelitian yang datang terkait dengan penggunaan geogrid pada stabilitas lereng.

1.7 Diagram Alir

Diagram alir dapat dilihat pada **Gambar 1.1**





Gambar 1.1 Diagram Alir