

**SKRIPSI**

**ANALISIS STABILITAS LERENG TAMBANG  
DENGAN PENDEKATAN HOEK-BROWN PADA  
PROGRAM ROCSCIENCE DAN MIDAS GTS NX**



**GHAITSA HAFSARI SUHANDI  
NPM : 6102001168**

**PEMBIMBING: Dr. Anastasia Sri Lestari, Ir. M.T.**

**KO-PEMBIMBING: Martin Wijaya, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JULI 2024**

**SKRIPSI**

**ANALISIS STABILITAS LERENG TAMBANG  
DENGAN PENDEKATAN HOEK-BROWN PADA  
PROGRAM ROCSCIENCE DAN MIDAS GTS NX**



**GHAITSA HAFSARI SUHANDI  
NPM : 6102001168**

**BANDUNG, JUNI 2024**

**PEMBIMBING:**

**KO-PEMBIMBING:**



**Dr. Anastasia Sri Lestari, Ir. M.T.**



**Martin Wijaya, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JULI 202**

# SKRIPSI

## ANALISIS STABILITAS LERENG TAMBANG DENGAN PENDEKATAN HOEK-BROWN PADA PROGRAM ROCSCIENCE DAN MIDAS GTS NX



**GHAITSA HAFSARI SUHANDI**  
**NPM : 6102001168**

**PEMBIMBING:** Dr. Anastasia Sri Lestari, Ir. M.T.

**KO-  
PEMBIMBING:** Martin Wijaya, Ph.D.

**PENGUJI 1:** Ir. Siska Rustiani, M.T.

**PENGUJI 2:** Prof. Paulus Pramono Rahardjo,  
Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
**BANDUNG**  
**JULI 2024**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : GHAITSA HAFSARI SUHANDI  
Tempat, tanggal lahir : Bandung, 19 Agustus 2002  
NPM : 6102001168  
Judul skripsi : **ANALISIS STABILITAS LERENG TAMBANG  
DENGAN PENDEKATAN HOEK-BROWN  
PADA PROGRAM ROCSCIENCE DAN MIDAS  
GTS NX**

Dengan ini Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah benar hasil karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat. Adapun kutipan yang tertuang sebagian atau seluruh bagian pada karya tulis ini yang merupakan karya orang lain (buku, makalah, karya tulis, materi perkuliahan, internet, dan sumber lain) telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah ini dan kehilangan hak keserjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

(Kutipan pasal 25 ayat 2 UU no. 20 tahun 2003)

Bandung, 26 Juli 2024



Ghaitsa Hafsari Suhandi

# **ANALISIS STABILITAS LERENG TAMBANG DENGAN PENDEKATAN HOEK-BROWN PADA PROGRAM ROCSCIENCE DAN MIDAS GTS NX**

**Ghaita Hafsari Suhandi**  
**NPM : 6102001168**

**Pembimbing: Dr. Anastasia Sri Lestari, Ir. M.T.**  
**Ko-Pembimbing: Martin Wijaya, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JULI 2024  
ABSTRAK**

Analisis kestabilan lereng memiliki peran penting dalam perancangan suatu lereng. Adanya aktivitas penggalian pada lereng dapat mengakibatkan longsor atau mengganggu keseimbangan lereng, baik penggalian pada tanah maupun massa batuan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas lereng pertambangan pada material tanah dan batu dengan menggunakan pendekatan kriteria Hoek-Brown. Sistem *Rock Mass Rating* (RMR) digunakan dalam klasifikasi massa batuan untuk mendapatkan nilai *Geological Strength Index* (GSI). Dalam penelitian ini, dua program digunakan dengan pendekatan berbeda: Rocscience Slide2 dengan basis metode kesetimbangan batas, dan MIDAS GTS NX 2D dengan basis metode elemen hingga. Persamaan Hoek-Brown selanjutnya akan digunakan sebagai dasar untuk mencari parameter baru pada faktor keamanan model Mohr-Coulomb. Dari hasil analisis Hoek-Brown dan Mohr-Coulomb menggunakan program Rocscience Slide2 dan MIDAS GTS NX 2D didapatkan nilai faktor keamanan yang belum memenuhi persyaratan minimum SNI 8460:2017, sehingga lereng tersebut berada dalam kondisi tidak aman. Hasil analisis pada kedua program menunjukkan bahwa selisih nilai faktor keamanan Hoek-Brown dan Mohr-Coulomb kurang dari 10%, dengan perbedaan maksimum sebesar yaitu 6.4%. Di samping itu, kedua kriteria ini menghasilkan estimasi bidang gelincir yang serupa. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa persamaan Hoek-Brown efektif dalam digunakan sebagai pendekatan untuk mendapatkan parameter Mohr-Coulomb.

**Kata Kunci:** Hoek-Brown; stabilitas lereng; lereng batuan; MIDAS GTS NX; Slide2.

# **MINE SLOPE STABILITY ANALYSIS USING THE HOEK-BROWN CRITERION ON ROCSCIENCE AND MIDAS GTS NX PROGRAMS**

**Ghaitsa Hafsaari Suhandi**  
**NPM: 6102001168**

**Advisor: Dr. Anastasia Sri Lestari, Ir. M.T.**  
**Co-Advisor: Martin Wijaya, Ph.D.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**FACULTY OF ENGINEERING**  
**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**  
**BACHELOR PROGRAM**  
(Accredited by SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
**BANDUNG**  
**JULY 2024**

## **ABSTRACT**

Slope stability analysis has an important role in designing a slope. Excavation activities on slopes can result in landslides or disrupt the balance of the slope, whether excavation in soil or rock mass. Using the Hoek-Brown failure criterion, this research aims to analyze the stability of mining slope in soil and rock materials. The Hoek-Brown parameter, GSI, is calculated based on the RMR value. This research uses two programs with different bases to determine the safety factors. The programs used are Rocscience Slide2 based on the limit equilibrium method, and MIDAS GTS NX 2D based on the finite element method. The Hoek-Brown equation can then be used as an approach to find new parameters for the Mohr-Coulomb safety factor. From the results of the Hoek-Brown and Mohr-Coulomb analysis using the Rocscience Slide2 and MIDAS GTS NX 2D programs, it was found that the safety factor value did not meet the minimum requirements of SNI 8460:2017, so the slope was in an unsafe condition. The results of the analysis in both programs show that the difference in the values of the Hoek-Brown and Mohr-Coulomb safety factors are less than 10%, with the biggest difference value is 6.4%. Moreover, these two criteria produce similar failure surface estimates. Thus, it can be concluded that the Hoek-Brown equation can be used as an approximation to determine the Mohr-Coulomb parameters.

**Keywords:** Hoek-Brown; slope stability; rock slope; MIDAS GTS NX; Slide2.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Stabilitas Lereng Tambang dengan Pendekatan Hoek-Brown pada Program Rocscience dan MIDAS GTS NX” sebagai syarat kelulusan dan mencapai gelar Sarjana (S1) pada Program Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan. Sholawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta umat muslim yang mengikuti ajaran hingga akhir zaman.

Penulis bersyukur dan mengucapkan terima kasih atas semua bantuan, motivasi, dan dukungan yang telah diberikan baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyelesaian skripsi. Secara khusus penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih tersebut kepada:

1. Ibu Dr. Anastasia Sri Lestari, Ir. M.T. selaku dosen pembimbing dan Bapak Martin Wijaya, Ph.D. selaku ko-pembimbing atas segala bantuan pengarahan, kritik, saran, ilmu, dan waktu yang telah diberikan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
2. Ibu Grisela Aglia, S.T. M.T. selaku asisten dosen KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan yang telah bersedia memberikan waktunya untuk berdiskusi dan memberikan masukan selama proses penulisan skripsi.
3. Seluruh dosen Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah melimpahkan ilmu-ilmunya kepada penulis selama penulis menjalani proses pembelajaran di Universitas Katolik Parahyangan.
4. Ayah, Ibu, M. Rifal Alfathur Fauzan (kakak), dan seluruh keluarga besar penulis yang selalu mendoakan dan memberi dukungan tanpa henti untuk penulis dalam pengerjaan skripsi.
5. Annissa Rachma Gustiyanti, Ihsan Kamil Mudabbir Ahmad, Putri Nur Aisyah, Selvi Haura Zhafirah, dan selaku sahabat-sahabat penulis sejak lama yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan kepada penulis.

6. Alice Triana Kristyo, Amanda Syakira Dewi, Anastasia Meroline Zoey Purba, Ayu Syifa Zahrani, Debbie Ananda Litia, Gabriella Angelina, Imanuella Dewi Karen, Rizka Fathianisaa, Tasya Wijaya, dan kelompok 9 “Rammer” sebagai teman-teman terdekat penulis selama perkuliahan yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan kepada penulis.
7. Choi Soobin, Choi Yeonjun, Choi Beomgyu, Kang Taehyun, Kai Kamal Huening yang telah menemani penulis melalui lagu-lagu yang menginspirasi serta memotivasi selama pengerjaan skripsi. Semoga kalian terus berkarya.
8. Teman-teman angkatan 2020 Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk khalangan orang banyak khususnya pada Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Bandung, 26 Juli 2024



Ghaita Hafsari Suhandi

6102001168



# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Inti Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Diagram Alir.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	5
BAB 2 DASAR TEORI.....	6
2.1 Analisis Stabilitas Lereng.....	6
2.1.1 Analisis <i>Long Term (Drained)</i> .....	7
2.2 <i>Standard Penetration Test (SPT)</i> .....	7
2.3 Struktur Geologi.....	8
2.3.1 Massa Batuan.....	8
2.3.2 Bidang Diskontinuitas.....	9

2.4 Klasifikasi Massa Batuan.....	9
2.4.1 <i>Rock Mass Rating</i> (RMR).....	10
2.4.1.1 Kuat Tekan Batuan ( $\sigma_{ci}$ ).....	13
2.4.1.2 <i>Rock Quality Designation</i> (RQD).....	14
2.4.1.3 Jarak Bidang Diskontinuitas .....	15
2.4.1.4 Kondisi Bidang Diskontinuitas .....	15
2.4.1.5 Kondisi Air Tanah.....	15
2.4.2 <i>Geological Strength Index</i> (GSI) .....	15
2.5 Hubungan Klasifikasi Massa Batuan dengan Modulus Deformasi Massa Batuan ( $E_m$ ) .....	16
2.6 Kriteria Keruntuhan Hoek-Brown.....	16
2.7 Metode Kesetimbangan Batas (LEM).....	18
2.7.1 Metode Spencer (1967).....	18
2.8 Metode Elemen Hingga Dua Dimensi (MEH 2D).....	19
2.8.1 <i>Strength Reduction Method</i> (SRM).....	19
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	20
3.1 Data sekunder.....	20
3.2 Rocscience Slide2 .....	20
3.3 MIDAS GTS NX 2D.....	20
3.4 Stratifikasi Lapisan Tanah dan Batu .....	20
3.5 Korelasi Parameter Tanah .....	23
3.5.1 Berat Isi Tanah ( $\gamma$ ) .....	23
3.5.2 Kuat Geser Tanah Efektif ( $c'$ ).....	23
3.5.3 Sudut Geser Dalam ( $\phi'$ ) .....	24
3.5.4 Angka Poisson ( $\nu$ ).....	24
3.5.5 Modulus Young Kondisi <i>Undrained</i> ( $E_u$ ) .....	25

3.5.6 Korelasi Nilai Modulus Young Kondisi <i>Drained</i> ( $E'$ ) .....	25
3.5.7 Angka Air Pori Tanah Awal ( $e_0$ ).....	25
3.6 Korelasi Parameter Batuan.....	26
3.6.1 <i>Unconfined Compressive Strength</i> (UCS) .....	26
3.6.2 Berat Isi Batuan.....	26
3.6.3 Modulus Secant ( $E_{50}$ ).....	26
3.6.4 Parameter Hoek-Brown.....	27
3.6.5 <i>Geological Strength Index</i> (GSI) .....	30
3.7 Pemodelan Rocscience Slide2.....	30
3.8 Pemodelan MIDAS GTS NX 2D.....	33
<b>BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>37</b>
4.1 Lokasi Penelitian.....	37
4.2 Parameter Tanah.....	38
4.3 Data Parameter Batuan.....	39
4.3.1 Parameter Hoek-Brown.....	39
4.3.2 Parameter Mohr-Coulomb .....	39
4.4 Analisis Faktor Keamanan .....	40
4.4.1 Analisis Faktor Keamanan Kriteria Hoek-Brown.....	40
4.4.2 Analisis Faktor Keamanan Kriteria Mohr-Coulomb .....	42
4.5 Diskusi Hasil .....	44
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	<b>46</b>
5.1 Kesimpulan .....	46
5.2 Saran.....	47
LAMPIRAN 1 BORING LOG .....	51
LAMPIRAN 2 DATA LABORATORIUM .....	52
LAMPIRAN 3 <i>CORE BOX</i> .....	53



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

GSI	:	<i>Geological Strength Index</i>
HB	:	Hoek-Brown
LEM	:	<i>Limit Equilibrium Method</i> (Metode Keseimbangan Batas)
MC	:	Mohr-Coulomb
MEH	:	Metode Elemen Hingga
NSPT	:	Nilai tahanan SPT
RMR	:	<i>Rock Mass Rating</i>
RQD	:	<i>Rock Quality Designation</i>
SNI	:	Standar Nasional Indonesia
SPT	:	<i>Standard Penetration Test</i>
SRM	:	<i>Strength Reduction Method</i>
UCS	:	<i>Unconfined Compressive Strength</i>
$c'$	:	Kohesi kondisi efektif (kPa)
$c_u$	:	Kuat geser tanah tak teralir (kPa)
$E_u$	:	Modulus Young kondisi <i>undrained</i> (MPa)
$E$	:	Modulus Young kondisi <i>drained</i> (MPa)
$m_i$	:	Konstanta HB
$m_b$	:	Nilai konstanta HB untuk massa batuan
$s$	:	Nilai konstanta HB untuk massa batuan
$a$	:	Nilai konstanta HB untuk massa batuan
$e_0$	:	Angka air pori
$H$	:	Ketinggian lereng (m)
$D$	:	Faktor efek kerusakan akibat ledakan
$\phi'$	:	Sudut geser dalam kondisi efektif ( $^\circ$ )
$\sigma_{ci}$	:	Kuat tekan massa batuan (kPa)
$\sigma_3$	:	<i>Minor Principal Stress</i>
$\gamma$	:	Berat isi tanah ( $\text{kN/m}^3$ )
$\gamma_b$	:	Berat isi batuan ( $\text{kN/m}^3$ )
$\gamma_{sat}$	:	Berat isi tanah jenuh ( $\text{kN/m}^3$ )
$\nu$	:	Angka poisson

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	4
<b>Gambar 2.1</b> Prediksi Pola Keruntuhan Massa Batuan.....	6
<b>Gambar 2.2</b> Prosedur <i>Standar Penetration Test</i> (SNI 4153:2008).....	8
<b>Gambar 2.3</b> Definisi RQD (Deere, 1967).....	14
<b>Gambar 2.4</b> Garis MC Terhadap Kriteria HB (Sumber: Zuo, J. dan Shen, J. 2020) .....	17
<b>Gambar 2.5</b> Gaya-Gaya yang Bekerja Pada Metode Irisan Spencer (Sumber: Spencer, 1967).....	19
<b>Gambar 3.1</b> Stratifikasi Lapisan Tanah dan Batu.....	21
<b>Gambar 3.2</b> Grafik Nilai NSPT Terhadap Kedalaman.....	22
<b>Gambar 3.3</b> Grafik Nilai RMR Terhadap Kedalaman.....	22
<b>Gambar 3.4</b> Hubungan Nilai Kohesi NSPT Pada Tanah Kohesif (Terzaghi, 1943) .....	24
<b>Gambar 3.5</b> Definisi Modulus Secant ( $E_{50}$ ), <i>Unconfined Compressive Strength</i> ( $q$ ), dan <i>Axial Strain</i> ( $\epsilon$ ) .....	27
<b>Gambar 3.6</b> Stratifikasi Lapisan Rocscience Slide2.....	31
<b>Gambar 3.7</b> Input Parameter Tanah Kriteria Keruntuhan MC .....	31
<b>Gambar 3.8</b> Input Parameter Tanah Kriteria Keruntuhan HB.....	32
<b>Gambar 3.9</b> <i>Grid</i> .....	32
<b>Gambar 3.10</b> Pilihan Metode Analisis pada Slide2.....	33
<b>Gambar 3.11</b> <i>Boundary</i> Lereng .....	33
<b>Gambar 3.12</b> <i>Input</i> Parameter Kriteria HB-MC .....	34
<b>Gambar 3.13</b> <i>Input</i> Parameter Kriteria MC-MC .....	34
<b>Gambar 3.14</b> Pemodelan Mesh.....	35
<b>Gambar 3.15</b> Penambahan <i>Boundary Condition</i> dan <i>Static Load</i> .....	35

<b>Gambar 3.16</b> <i>Stage Set</i> .....	36
<b>Gambar 3.17</b> <i>Analysis Case</i> .....	36
<b>Gambar 4.1</b> Lokasi Boring Log B-26.....	37
<b>Gambar 4.2</b> Stratifikasi Tanah dan Profil Lereng.....	38
<b>Gambar 4.3</b> Hasil Analisis Rocscience Slide2 Kriteria HB .....	41
<b>Gambar 4.4</b> Tahapan Analisis MIDAS GTS NX 2D Kriteria HB .....	42
<b>Gambar 4.5</b> Hasil Analisis Rocscience Slide2 Kriteria MC.....	43
<b>Gambar 4.6</b> Tahapan Analisis MIDAS GTS NX 2D Kriteria MC.....	44



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Nilai Faktor Keamanan Untuk Lereng Tanah Berdasarkan SNI 8460:2017.....	7
<b>Tabel 2.2</b> Rekomendasi Nilai Faktor Keamanan Untuk Lereng Batuan Berdasarkan SNI 8460:2017 .....	7
<b>Tabel 2.3</b> Sistem Klasifikasi RMR Massa Batuan (Bieniawski, 1989).....	12
<b>Tabel 2.4</b> Klasifikasi Kuat Massa Batuan (Hoek, 1981).....	13
<b>Tabel 2.5</b> Klasifikasi Kualitas Massa Batuan Berdasarkan RQD (Deere <i>et al.</i> 1967) .....	14
<b>Tabel 3.1</b> Kisaran Berat Isi Tanah (Look, 2013).....	23
<b>Tabel 3.2</b> Nilai $\phi'$ untuk Tanah Kohesif (Carter & Bentley, 1991) .....	24
<b>Tabel 3.3</b> Nilai <i>Poisson</i> Ratio ( $\nu$ ) Berdasarkan Jenis Tanah (Bowles, 1997) .....	25
<b>Tabel 3.4</b> Korelasi Nilai $E_u$ Terhadap Jenis Tanah (Bowles, 1997) .....	25
<b>Tabel 3.5</b> Nilai Konstanta $m_i$ (Hoek, 2007).....	28
<b>Tabel 3.6</b> Nilai Konstanta D (Hoek-Brown, 2018) .....	29
<b>Tabel 4.1</b> <i>Input</i> Parameter Mohr-Coulomb Tanah Pada Rocscience Slide2 .....	38
<b>Tabel 4.2</b> <i>Input</i> Parameter Mohr-Coulomb Tanah pada MIDAS GTS NX 2D....	38
<b>Tabel 4.3</b> <i>Input</i> Parameter Mohr-Coulomb Tanah pada MIDAS GTS NX 2D (Lanjutan).....	38
<b>Tabel 4.4</b> <i>Input</i> Parameter Hoek-Brown Batuan pada Rocscience Slide2 .....	39
<b>Tabel 4.5</b> <i>Input</i> Parameter Hoek-Brown Batuan pada MIDAS GTS NX 2D .....	39
<b>Tabel 4.6</b> Parameter Untuk Mendapatkan Nilai Sudut Geser Dalam ( $\phi'$ ) dan Kohesi ( $c'$ ) pada keruntuhan MC.....	39
<b>Tabel 4.7</b> Parameter Untuk Mendapatkan Nilai Sudut Geser Dalam ( $\phi'$ ) dan Kohesi ( $c'$ ) pada keruntuhan MC (Lanjutan).....	40
<b>Tabel 4.8</b> Hasil Nilai Parameter Keruntuhan MC Untuk Lapisan Batuan .....	40



<b>Tabel 4.9</b> Nilai Faktor Keamanan .....	40
<b>Tabel 4.10</b> Nilai Faktor Keamanan Kriteria Hoek-Brown .....	41
<b>Tabel 4.11</b> Nilai Faktor Keamanan Kriteria Mohr-Coulomb.....	43



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 BORING LOG .....	51
LAMPIRAN 2 DATA LABORATORIUM .....	52
LAMPIRAN 3 <i>CORE BOX</i> .....	53
LAMPIRAN 4 PERHITUNGAN PARAMETER MOHR-COULOMB.....	54



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Lereng merupakan suatu permukaan tanah miring yang membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal dan tidak terlindungi (Das, 1985). Akibatnya akan muncul gaya penggerak yang disebabkan oleh gravitasi dan pada bidang yang miring tanah cenderung membuat blok-blok yang akan bergerak menuruni lereng. Analisis kestabilan lereng dilakukan untuk mengevaluasi keamanan lereng dengan tujuan mencegah resiko longsor di masa mendatang. Analisis ini penting dilakukan karena menyangkut kelancaran produksi tambang, keamanan alat, dan keselamatan kerja.

Stabilitas lereng ditentukan oleh keseimbangan antara kekuatan geser dan tegangan geser, dimana nilai kuat geser harus lebih besar dari tegangan gesernya. Tingkat kestabilan suatu lereng dikenal dengan istilah faktor keamanan. Faktor keamanan merupakan indeks yang menyatakan seberapa jauh atau dekat suatu lereng dari keruntuhan. Dalam analisis kestabilan lereng, berbagai metode telah digunakan untuk menentukan faktor keamanan. Metode yang digunakan untuk mengevaluasi kestabilan lereng adalah metode kesetimbangan batas (LEM) dan metode elemen hingga (MEH). Secara umum LEM menggunakan perbandingan antar gaya-gaya yang menahan lereng terhadap gaya-gaya yang bekerja, sementara MEH menggunakan pengurangan kuat geser. LEM menghitung keseimbangan momen dan keseimbangan gaya dengan membuat berbagai asumsi seperti lokasi dan bentuk keruntuhan, gaya dan arah antar irisan (SNI 8460: 2017). MEH merupakan pendekatan numerik yang dapat digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng kompleks. Berbeda dengan LEM batas yang mengasumsikan bidang longsor, MEH mencari bidang lemah pada struktur lapisan tanah untuk mengevaluasi stabilitas lereng. LEM memiliki keterbatasan karena tidak memperhitungkan perilaku tegangan-regangan material, sedangkan metode elemen hingga memperhitungkan perilaku tegangan-regangan tanah sehingga banyak digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng.

Penelitian ini menggunakan pendekatan kriteria keruntuhan Hoek-Brown (HB) untuk setiap metode. Kriteria keruntuhan HB diturunkan dari hasil penelitian mengenai *brittle failure* pada batuan oleh Hoek (1965) studi model perilaku massa batuan yang disambung oleh Brown (1970). Pendekatan HB adalah metode empiris yang berfungsi untuk mendeskripsikan hubungan non-linear pada batu yang isotropik dengan membandingkan nilai kekuatan batumannya ketika ditambahkan *confining stress*. Pada perkembangannya, analisis kestabilan lereng dengan pemodelan HB dapat dilakukan dengan MEH menggunakan bantuan MIDAS GTS NX 2D dan LEM dengan bantuan Rocscience Slide2.

Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui dan membandingkan LEM dan MEH pada lereng tambang. Analisis yang digunakan merujuk pada kriteria keruntuhan HB yaitu dengan menggunakan program Rocscience Slide2 dan MIDAS GTS NX 2D. Pada Rocscience Slide2 lereng dimodelkan sebagai irisan-irisan, sedangkan MIDAS GTS NX 2D menggunakan perhitungan *Strength Reduction Method* (SRM).

### **1.2 Inti Permasalahan**

Inti permasalahan yaitu untuk mengetahui faktor keamanan lereng dengan kriteria HB, serta pengaruh *minor principal stress* ( $\sigma_3$ ) terhadap faktor keamanan lereng model Mohr-Coulomb (MC) pada tanah dan batuan dengan pendekatan kriteria keruntuhan HB menggunakan program Rocscience Slide2 dan MIDAS GTS NX 2D.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Melakukan analisis kestabilan lereng tambang pada tanah dan batuan dengan pendekatan kriteria keruntuhan HB.
- b) Menganalisis pengaruh  $\sigma_3$  terhadap faktor keamanan (FK) lereng tambang pada model MC.
- c) Membandingkan hasil analisis FK dengan LEM dan MEH dengan menggunakan program Rocscience Slide2 dan MIDAS GTS NX 2D.

#### **1.4 Lingkup Penelitian**

Lingkup penelitian pada penelitian ini sebagai berikut:

- a) *Soil test* lereng tambang dilakukan dengan *Standard Penetration Test* (SPT) dan UCS untuk uji kuat tekan batuan.
- b) Analisis kestabilan lereng dengan LEM yang diasumsikan menjadi beberapa irisan menggunakan program Rocscience Slide2.
- c) Analisis kestabilan lereng dengan MEH menggunakan program MIDAS GTS NX 2D.
- d) Pemodelan kriteria keruntuhan lereng dengan pendekatan HB.
- e) Tidak dilakukan analisis gempa sehingga dianggap statik.
- f) Tidak terjadi longsor pada lereng.

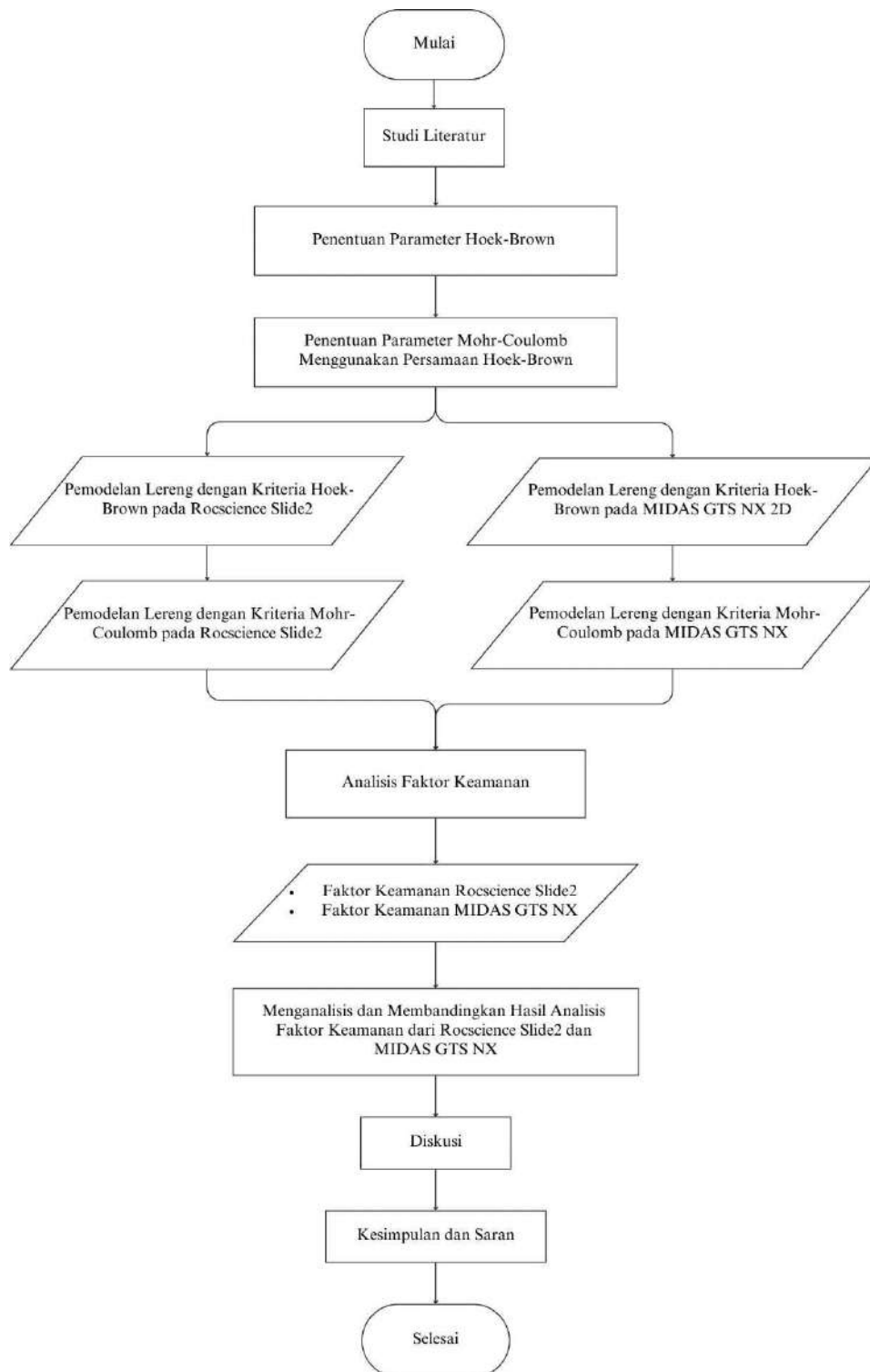
#### **1.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Studi Literatur  
Dilakukan dengan mencari informasi dari buku, jurnal, dan skripsi terdahulu.
- b) Penentuan Parameter  
Penentuan parameter diperoleh dari studi literatur untuk memperoleh korelasi parameter tanah yang dapat merepresentasikan kondisi sebenarnya.
- c) Pengolahan dan Analisis Data  
Melakukan analisis dan perbandingan terkait faktor keamanan lereng tambang dengan menggunakan Rocscience Slide2 dan MIDAS GTS NX 2D.

## 1.6 Diagram Alir

Diagram alir penelitian merujuk pada **Gambar 1.1**.



**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

### **BAB 1: PENDAHULUAN**

Bab ini membahas latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.

### **BAB 2: STUDI PUSTAKA**

Bab ini membahas teori dasar yang digunakan sebagai acuan penelitian seperti: teori kestabilan lereng, klasifikasi massa batuan, pendekatan HB, metode kesetimbangan batas dan metode elemen hingga.

### **BAB 3: METODE PENELITIAN**

Bab ini membahas stratifikasi lapisan tanah, penentuan parameter tanah, penentuan parameter batuan, serta prosedur Rocscience Slide2 dan MIDAS GTS NX 2D.

### **BAB 4: ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini membahas hasil nilai parameter, hasil analisis kestabilan lereng tambang yang dilakukan dengan program Rocscience Slide2 dan MIDAS GTS NX 2D dengan kriteria keruntuhan HB dan MC.

### **BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis pada BAB 4 dan saran untuk penelitian selanjutnya.