

**SKRIPSI**

**PERBANDINGAN *SAFETY FACTOR* ANTARA  
METODE CULMANN, METODE TAYLOR DAN  
*STRENGTH REDUCTION METHOD* DENGAN  
MEMPERGUNAKAN MIDAS GTS NX**



**SAMUEL ELMO SURBAKTI  
NPM : 6101901173**

**PEMBIMBING: Siska Rustiani, 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  
JANUARI 2024**

**SKRIPSI**

**PERBANDINGAN *SAFETY FACTOR* ANTARA  
METODE CULMANN, METODE TAYLOR DAN  
*STRENGTH REDUCTION METHOD* DENGAN  
MEMPERGUNAKAN MIDAS GTS NX**



**SAMUEL ELMO SURBAKTI  
NPM : 6101901173**

**BANDUNG, 10 JANUARI 2024**

**PEMBIMBING:**

  
**Siska Rustiani, 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  
JANUARI 2024**

# SKRIPSI

## PERBANDINGAN *SAFETY FACTOR* ANTARA METODE CULMANN, METODE TAYLOR DAN *STRENGTH REDUCTION METHOD* DENGAN MEMPERGUNAKAN MIDAS GTS NX



**SAMUEL ELMO SURBAKTI**  
**NPM : 6101901173**

**PEMBIMBING:** Siska Rustiani, Ir., M.T.

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

**PENGUJI 1:** Aswin Lim, Ph.D.

**PENGUJI 2:** Ir. Budijanto Widjaja, 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**  
**JANUARI 2024**

## LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : SAMUEL ELMO  
Tempat, tanggal lahir : Bandung, 12 September 1999  
NPM : 6101901173  
Judul skripsi : **PERBANDINGAN *SAFETY FACTOR* ANTARA  
METODE CULMANN, METODE TAYLOR DAN  
*STRENGTH REDUCTION METHOD* DENGAN  
MEMPERGUNAKAN 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.

Dinyatakan: di Bandung  
Tanggal: 05/01/2024



Samuel Elmo Surtakti

# **SAFETY FACTOR COMPARISON BETWEEN CULMANN METHOD, TAYLOR METHOD AND STRENGTH REDUCTION METHOD USING MIDAS GTS NX**

**Samuel Elmo Surbakti**  
**NPM: 6101901173**

**Advisor: Siska Rustiani, 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**  
**JANUARY 2024**

## **ABSTRACT**

In slope stability analysis, it is necessary to calculate the safety factor to measure the level of safety of the slope structure from potential failure. By using simple methods such as the Culmann method, 1875 and the Taylor method, 1973 safety factor analysis can be done. In the engineering world, safety factor calculations were made easier by the help of MIDAS GTS NX using strength reduction method. In this research, four slope angles were modeled, which are  $90^\circ$ ,  $63^\circ$ ,  $45^\circ$  and  $27^\circ$  on undrained soil with three variations in slope height and three variations in cohesion values. This research conducted comparison of the safety factor values from strength reduction method MIDAS GTS NX, the Culmann method and the Taylor method. On a slope with slant of  $90^\circ$  the result of safety factor from MIDAS GTS NX, the Culmann method and the Taylor method only having a small difference in value. On slopes with slant of  $63^\circ$ ,  $45^\circ$  and  $27^\circ$  the safety factor from the Culmann method has a quite big difference in value compared to the Taylor method and the strength reduction method MIDAS GTS NX. The Taylor method and the strength reduction method MIDAS GTS NX have a small difference in safety factor results, so the Culmann method cannot be used in all slope conditions.

**Keywords:** safety factor, strength reduction method MIDAS GTS NX, undrained, the Culmann method, the Taylor method

# PERBANDINGAN *SAFETY FACTOR* ANTARA METODE CULMANN, METODE TAYLOR DAN *STRENGTH REDUCTION METHOD* DENGAN MEMPERGUNAKAN MIDAS GTS NX

SAMUEL ELMO SURBAKTI  
NPM: 6101901173

Pembimbing: Siska Rustiani, 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  
JANUARI 2024

## ABSTRAK

Dalam analisis stabilitas lereng perlu dilakukan perhitungan *safety factor* untuk mengetahui tingkat keamanan lereng untuk mengukur tingkat keamanan struktur lereng dari potensi kegagalannya. Dengan menggunakan metode sederhana seperti metode Culmann, 1875 dan metode Taylor, 1973 analisis *safety factor* dapat dilakukan. Dalam dunia rekayasa geoteknik perhitungan *safety factor* dapat dipermudah menggunakan bantuan program aplikasi MIDAS GTS NX dengan menggunakan metode *strength reduction method*. Pada penelitian ini dilakukan pemodelan empat sudut kemiringan lereng yaitu 90°, 63°, 45° dan 27° pada tanah *undrained* dengan tiga variasi ketinggian lereng dan tiga variasi nilai kohesi. Penelitian ini dilakukan perbandingan nilai *safety factor* program MIDAS GTS NX dengan metode Culmann dan metode Taylor. Pada lereng dengan kemiringan 90° hasil *safety factor* MIDAS GTS NX, metode Culmann dan metode Taylor memiliki nilai dengan perbedaan yang kecil. Pada lereng dengan kemiringan 63°. Pada lereng dengan kemiringan 63°, 45° dan 27° *safety factor* metode Culmann memiliki perbedaan yang cukup besar jika dibandingkan dengan metode Taylor dan *strength reduction method* MIDAS GTS NX. Metode Taylor dan *strength reduction method* MIDAS GTS NX memiliki hasil *safety factor* dengan perbedaan yang kecil, sehingga metode Culmann, 1875 tidak dapat digunakan pada semua kondisi kemiringan lereng.

**Kata Kunci:** metode Culmann, metode Taylor, *safety factor*, *strength reduction method* MIDAS GTS NX, *undrained*

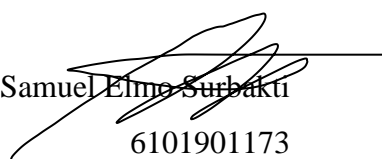
## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas rahmatNya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Perbandingan *Safety Factor* antara metode Culmann, metode Taylor dan *Strength Reduction Method* Dengan Mempergunakan MIDAS GTS NX.

Selama proses penyelesaian skripsi ini, penulis bersyukur karena telah diberi dukungan dan bantuan dalam menghadapi kendala jasmani dan rohani, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T. dan Bapak Martin Wijaya, Ph.D. selaku dosen pembimbing dan ko-pembimbing yang telah membimbing penulis sejak awal penentuan judul hingga penyusunan skripsi hingga selesai.
2. Seluruh dosen dan staff pengajar KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan selaku dosen penguji yang telah memberi kritik, masukan dan saran.
3. Seluruh civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan, khususnya program studi teknik sipil.
4. Orangtua tercinta, cici, tante dan seluruh anggota keluarga besar penulis yang membantu penulis melalui dukungan dan doa-doanya.
5. Kepada Kirana Putri Kartawidjaja selaku pasangan penulis yang menemani, mendukung dan menjadi tempat berkeluh kesah.
6. Kepada Sharfina Faradiba Syifanaya selaku pembimbing secara non-formal kepada penulis dalam melakukan analisis menggunakan aplikasi MIDAS GTS NX.
7. Kepada Robertus Agung Nugraha, Ravi Purnama Laisa, Barkah Hamzah Nasution, Anthony Stefandy selaku teman seperjuangan dari awal masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman Sipil UNPAR Angkatan 2019.

Bandung, 10 Januari 2024

  
Samuel Elmo Surbakti  
6101901173

# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN .....	i
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xxi
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Inti Permasalahan .....	1
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.5 Metode Penelitian .....	2
1.6 Sistematika Penulisan .....	2
1.7 Diagram Alir .....	3
2.1 Kondisi Drained Soil dan Undrained Soil .....	5
2.2 Keruntuhan Pada Lereng .....	5
2.3 Kriteria Kegagalan Mohr-Coulomb .....	5
2.4 Konsep Angka Keamanan .....	7
2.5 Metode Culmann .....	7
2.6 Metode Taylor .....	8
2.7 Strength Reduction Method .....	9
3.1 Metodologi Penelitian .....	10
3.2 Parameter Tanah dan Geometri Tanah .....	10
3.3 Perhitungan Metode Culmann .....	11
3.4 Perhitungan Metode Taylor .....	11



3.5	Pemodelan MIDAS GTS NX.....	11
3.5.1	Pemodelan Lereng dengan Tinggi Lereng 4 Meter .....	12
3.5.2	Pemodelan Lereng dengan Ketinggian Lereng 8 Meter .....	14
3.5.3	Pemodelan Lereng dengan Ketinggian Lereng 12 Meter .....	16
3.5.4	Mesh Geometri Lereng .....	19
3.5.5	<i>Input</i> Material dan Properti .....	19
3.5.6	Menentukan <i>Boundary Condition</i> .....	22
3.5.7	Membentuk <i>Construction Stage</i> .....	23
3.5.8	Membentuk <i>Analysis Case</i> .....	25
4.1	Analisis <i>Safety Factor</i> dengan Metode Culmann.....	29
4.1.1	Metode Culmann Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> .....	29
4.1.2	Metode Culmann Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> .....	30
4.1.3	Metode Culmann Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> .....	30
4.2	Analisis <i>Safety Factor</i> dengan <i>Strength Reduction Method</i> MIDAS GTS NX .....	31
4.2.1	Analisis MIDAS GTS NX Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> .....	31
4.2.2	Analisis MIDAS GTS NX Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> .....	35
4.2.3	Analisis MIDAS GTS NX Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> .....	43
4.3	Perbandingan Hasil Analisis <i>Safety Factor</i> antara Metode Culmann dengan <i>Strength Reduction Method</i> MIDAS GTS NX .....	52
4.4	Perbandingan <i>Safety Factor</i> dengan Metode Taylor.....	57
4.5	Analisis Perbandingan <i>Safety Factor</i> Menggunakan Bantuan Aplikasi Lain.....	62
5.1	Kesimpulan .....	63
5.2	Saran.....	64
	DAFTAR PUSTAKA.....	64

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$c$	:	Kohesi tanah ( $\text{kN/m}^2$ )
$E$	:	Modulus Elastisitas ( $\text{kN/m}^2$ )
$F_c$	:	<i>Safety factor</i>
$H$	:	Ketinggian lereng (m)
$k$	:	Koefisien permeabilitas (m/s)
$N_s$	:	Angka Stabilitas Taylor
$SRM$	:	<i>Strength Reduction Method</i>
$S_u$	:	Kuat geser tanah <i>undrained</i> ( $\text{kN/m}^2$ )
$\nu$	:	<i>Poisson ratio</i>
$\tau$	:	Kuat geser tanah ( $\text{kN/m}^2$ )
$\sigma$	:	Tegangan normal
$\gamma$	:	Berat isi tanah ( $\text{kN/m}^3$ )
$\phi$	:	Sudut geser dalam tanah ( $^\circ$ )
$\gamma_{sat}$	:	Berat isi tanah jenuh ( $\text{kN/m}^3$ )
$\beta$	:	Sudut kemiringan lereng ( $^\circ$ )

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Stability of slopes</i> oleh metode Culmann (Murthy)	8
<b>Gambar 2.2</b> Taylor's stability numbers for circles passing through the toe and below or above the toe (after Taylor, 1973)	9
<b>Gambar 3.1</b> Fitur <i>Undrained</i> pada MIDAS GTS NX	12
<b>Gambar 3.2</b> Geometri Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	12
<b>Gambar 3.3</b> Geometri Lereng 63°(1H:2V) dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	12
<b>Gambar 3.4</b> Geometri Lereng 45° (1H:1V) dengan Ketinggian 4 Meter	13
<b>Gambar 3.5</b> Geometri Lereng 27°(2H:1V) dengan Ketinggian 4 meter	13
<b>Gambar 3.6</b> Geometri Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	14
<b>Gambar 3.7</b> Geometri Lereng 63°(1H:2V) dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	14
<b>Gambar 3.8</b> Geometri Lereng 45° (1H:1V) dengan Ketinggian 8 Meter	15
<b>Gambar 3.9</b> Geometri Lereng 27°(2H:1V) dengan Ketinggian 8 meter	15
<b>Gambar 3.10</b> Geometri Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	16
<b>Gambar 3.11</b> Geometri Lereng 63°(1H:2V) dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	17
<b>Gambar 3.12</b> Geometri Lereng 45° (1H:1V) dengan Ketinggian 12 Meter	17
<b>Gambar 3.13</b> Geometri Lereng 27°(2H:1V) dengan Ketinggian 12 meter	17
<b>Gambar 3.14</b> <i>Mesh</i> Geometri Lereng	18
<b>Gambar 3.15</b> <i>Input General Material Tanah</i>	19
<b>Gambar 3.16</b> <i>Input Material Porous Material Tanah</i>	20
<b>Gambar 3.17</b> <i>Input Material Non-Linear Parameter Tanah</i>	21
<b>Gambar 3.18</b> <i>Input Constraint untuk Boundary Condition Geometri</i>	22
<b>Gambar 3.19</b> Hasil <i>Boundary Condition</i> pada <i>Mesh</i>	22
<b>Gambar 3.20</b> <i>Construction Stage Initial Stage</i>	23
<b>Gambar 3.21</b> <i>Construction Stage Set SRM (Strength Reduction Method)</i>	23
<b>Gambar 3.22</b> <i>Analysis Control</i> pada <i>Construction Stage Set SRM</i>	24

<b>Gambar 3.23</b> <i>Analysis Case</i>	25
<b>Gambar 3.24</b> <i>Analysis Control pada Analysis Case</i>	26
<b>Gambar 3.25</b> <i>Output Control pada Analysis Case</i>	27
<b>Gambar 4.1</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter.	31
<b>Gambar 4.2</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 90°	31
<b>Gambar 4.3</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 63° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter.	32
<b>Gambar 4.4</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 63°	32
<b>Gambar 4.5</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter.	32
<b>Gambar 4.6</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45°	33
<b>Gambar 4.7</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter.	33
<b>Gambar 4.8</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27°	33
<b>Gambar 4.9</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	35
<b>Gambar 4.10</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	35
<b>Gambar 4.11</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 63° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	35
<b>Gambar 4.12</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 63° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	36
<b>Gambar 4.13</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	36
<b>Gambar 4.14</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	36

<b>Gambar 4.15</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	37
<b>Gambar 4.16</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	37
<b>Gambar 4.17</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	38
<b>Gambar 4.18</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	38
<b>Gambar 4.19</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 63° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	38
<b>Gambar 4.20</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 63° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	39
<b>Gambar 4.21</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	39
<b>Gambar 4.22</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	39
<b>Gambar 4.23</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	40
<b>Gambar 4.24</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	40
<b>Gambar 4.25</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	41
<b>Gambar 4.26</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	41
<b>Gambar 4.27</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	41
<b>Gambar 4.28</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	42

<b>Gambar 4.29</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	42
<b>Gambar 4.30</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	43
<b>Gambar 4.31</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 63° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	43
<b>Gambar 4.32</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 63° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	43
<b>Gambar 4.33</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	44
<b>Gambar 4.34</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	44
<b>Gambar 4.35</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	44
<b>Gambar 4.36</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	45
<b>Gambar 4.37</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	45
<b>Gambar 4.38</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	46
<b>Gambar 4.39</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 63° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	46
<b>Gambar 4.40</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 63° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	46
<b>Gambar 4.41</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	47
<b>Gambar 4.42</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	47

<b>Gambar 4.43</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	47
<b>Gambar 4.44</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	48
<b>Gambar 4.45</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	48
<b>Gambar 4.46</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 90° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	49
<b>Gambar 4.47</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 63° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	49
<b>Gambar 4.48</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 63° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	49
<b>Gambar 4.49</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	50
<b>Gambar 4.50</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 45° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	50
<b>Gambar 4.51</b> <i>Displacements Total Translation</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	50
<b>Gambar 4.52</b> <i>Plane Strain Strains Max Shear</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> pada Lereng 27° dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	51
<b>Gambar 4.53</b> Grafik Perbandingan <i>Safety Factor</i> untuk Ketinggian Lereng 4 Meter	54
<b>Gambar 4.54</b> Grafik Perbandingan <i>Safety Factor</i> untuk Ketinggian Lereng 8 Meter	55
<b>Gambar 4.55</b> Grafik Perbandingan <i>Safety Factor</i> untuk Ketinggian Lereng 12 Meter	55
<b>Gambar 4.56</b> Perbandingan <i>Safety Factor</i> untuk Lereng dengan Ketinggian 4 meter antara Metode Culmann, Metode Taylor dan <i>SRM MIDAS GTS NX</i>	59

**Gambar 4.57** Perbandingan Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 8 meter antara Metode Culmann, Metode Taylor dan *SRM MIDAS GTS NX* 60

**Gambar 4.58** Perbandingan Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 12 meter antara Metode Culmann, Metode Taylor dan *SRM MIDAS GTS NX* 60





## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Tabel Summary Material Program MIDAS GTS NX	19
<b>Tabel 4.1</b> <i>Safety Factor</i> Metode Culmann Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	28
<b>Tabel 4.2</b> <i>Safety Factor</i> Metode Culmann Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	28
<b>Tabel 4.3</b> <i>Safety Factor</i> Metode Culmann Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	28
<b>Tabel 4.4</b> <i>Safety Factor</i> Metode Culmann Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	29
<b>Tabel 4.5</b> <i>Safety Factor</i> Metode Culmann Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	29
<b>Tabel 4.6</b> <i>Safety Factor</i> Metode Culmann Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	29
<b>Tabel 4.7</b> <i>Safety Factor</i> Metode Culmann Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	30
<b>Tabel 4.8</b> <i>Safety Factor</i> Metode Culmann Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	30
<b>Tabel 4.9</b> <i>Safety Factor</i> Metode Culmann Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	30
<b>Tabel 4.10</b> <i>Safety Factor SRM</i> MIDAS GTS NX Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	31
<b>Tabel 4.11</b> <i>Safety Factor SRM</i> MIDAS GTS NX Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	34
<b>Tabel 4.12</b> <i>Safety Factor SRM</i> MIDAS GTS NX Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	34

<b>Tabel 4.13</b> <i>Safety Factor SRM MIDAS GTS NX</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	34
<b>Tabel 4.14</b> <i>Safety Factor SRM MIDAS GTS NX</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	37
<b>Tabel 4.15</b> <i>Safety Factor SRM MIDAS GTS NX</i> Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	40
<b>Tabel 4.16</b> <i>Safety Factor SRM MIDAS GTS NX</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 4 Meter	42
<b>Tabel 4.17</b> <i>Safety Factor SRM MIDAS GTS NX</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 8 Meter	45
<b>Tabel 4.18</b> <i>Safety Factor SRM MIDAS GTS NX</i> Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup> dengan Ketinggian Lereng 12 Meter	48
<b>Tabel 4.19</b> Perbandingan Hasil <i>Safety Factor</i> untuk Lereng dengan Ketinggian 4 meter antara Metode Culmann dengan SRM MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup>	51
<b>Tabel 4.20</b> Perbandingan Hasil <i>Safety Factor</i> untuk Lereng dengan Ketinggian 8 meter antara Metode Culmann dengan SRM MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup>	51
<b>Tabel 4.21</b> Perbandingan Hasil <i>Safety Factor</i> untuk Lereng dengan Ketinggian 12 meter antara Metode Culmann dengan SRM MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup>	52
<b>Tabel 4.22</b> Perbandingan Hasil <i>Safety Factor</i> untuk Lereng dengan Ketinggian 4 meter antara Metode Culmann dengan SRM MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup>	52
<b>Tabel 4.23</b> Perbandingan Hasil <i>Safety Factor</i> untuk Lereng dengan Ketinggian 8 meter antara Metode Culmann dengan SRM MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup>	52

<b>Tabel 4.24</b> Perbandingan Hasil Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 12 meter antara Metode Culmann dengan SRM MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup>	52
<b>Tabel 4.25</b> Perbandingan Hasil Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 4 meter antara Metode Culmann dengan SRM MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup>	53
<b>Tabel 4.26</b> Perbandingan Hasil Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 8 meter antara Metode Culmann dengan SRM MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup>	53
<b>Tabel 4.27</b> Perbandingan Hasil Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 12 meter antara Metode Culmann dengan SRM MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup>	53
<b>Tabel 4.28</b> Persen Perbedaan Antara <i>Safety Factor</i> Metode Culmann dengan SRM MIDAS GTS NX untuk Ketinggian Lereng 4 Meter	53
<b>Tabel 4.29</b> Persen Perbedaan Antara <i>Safety Factor</i> Metode Culmann dengan SRM MIDAS GTS NX untuk Ketinggian Lereng 8 Meter	54
<b>Tabel 4.30</b> Persen Perbedaan Antara <i>Safety Factor</i> Metode Culmann dengan SRM MIDAS GTS NX untuk Ketinggian Lereng 12 Meter	54
<b>Tabel 4.31</b> Perbandingan Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 4 meter antara Metode Culmann, Metode Taylor dan SRM MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup>	56
<b>Tabel 4.32</b> Perbandingan Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 8 meter antara Metode Culmann, Metode Taylor dan SRM MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup>	56
<b>Tabel 4.33</b> Perbandingan Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 12 meter antara Metode Culmann, Metode Taylor dan SRM MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 24 kN/m <sup>2</sup>	57

<b>Tabel 4.34</b> Perbandingan Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 4 meter antara Metode Culmann, Metode Taylor dan <i>SRM</i> MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup>	57
<b>Tabel 4.35</b> Perbandingan Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 8 meter antara Metode Culmann, Metode Taylor dan <i>SRM</i> MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup>	57
<b>Tabel 4.36</b> Perbandingan Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 12 meter antara Metode Culmann, Metode Taylor dan <i>SRM</i> MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 48 kN/m <sup>2</sup>	58
<b>Tabel 4.37</b> Perbandingan Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 4 meter antara Metode Culmann, Metode Taylor dan <i>SRM</i> MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup>	58
<b>Tabel 4.38</b> Perbandingan Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 4 meter antara Metode Culmann, Metode Taylor dan <i>SRM</i> MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup>	58
<b>Tabel 4.39</b> Perbandingan Safety Factor untuk Lereng dengan Ketinggian 4 meter antara Metode Culmann, Metode Taylor dan <i>SRM</i> MIDAS GTS NX dengan Nilai Su 72 kN/m <sup>2</sup>	59
<b>Tabel 4.40</b> Perbandingan <i>safety factor</i> untuk Lereng dengan Ketinggian 4 Meter Antara Aplikasi MIDAS GTS NX dengan aplikasi lain	61
<b>Tabel 4.41</b> Perbandingan <i>safety factor</i> untuk Lereng dengan Ketinggian 8 Meter Antara Aplikasi MIDAS GTS NX dengan Aplikasi Lain	61
<b>Tabel 4.42</b> Perbandingan <i>safety factor</i> untuk Lereng dengan Ketinggian 12 Meter Antara Aplikasi MIDAS GTS NX dengan aplikasi lain	61

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Analisis stabilitas lereng adalah hal yang penting untuk dilakukan dalam dunia geoteknik. Pada analisis stabilitas lereng perlu dilakukan perhitungan *safety factor* untuk mengetahui tingkat keamanan lereng. *Safety factor* digunakan untuk mengukur tingkat keamanan suatu struktur geoteknik dari potensi kegagalannya (Ali, Rinal Khaidar, Najib, & Nasrudin, Ahmad, 2017). *Safety factor* dipengaruhi oleh faktor-faktor pengaruh dan karakteristik perilaku tanah pada lereng yang ditinjau.

Perhitungan *safety factor* dalam dunia rekayasa geoteknik dapat dipermudah dengan menggunakan program MIDAS GTS NX. Pada penelitian ini pemodelan yang dilakukan menggunakan program MIDAS GTS NX. Metode yang digunakan adalah *strength reduction method*. *Strength reduction method* merupakan sebuah metode dalam analisis stabilitas lereng dengan mereduksi kuat geser tanah (Matsui, Tomatsu, & San, Ka-Ching, 1992).

Hasil analisa stabilitas lereng dengan *safety factor* yang diperoleh melalui metode Culmann dan program MIDAS GTS NX perlu dilakukan perbandingan untuk memperlihatkan perbedaan dalam ketelitian hasil analisisnya

### 1.2 Inti Permasalahan

Perhitungan *safety factor* merupakan proses yang perlu dilakukan dalam menganalisa stabilitas lereng. Perhitungan *safety factor* dapat dipermudah dengan bantuan program rekayasa geoteknik, salah satunya adalah MIDAS GTS NX.

Oleh karena itu penulis akan mengetahui seberapa besar perbedaan hasil *safety factor* menggunakan metode Culmann dengan *strength reduction method* dengan MIDAS GTS NX.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah melakukan perhitungan *safety factor* menggunakan metode Culmann, melakukan perhitungan *safety factor* menggunakan metode Taylor dan melakukan analisis *safety factor* dengan *strength reduction method* dengan menggunakan program MIDAS GTS NX. Setelah itu melakukan perbandingan hasil *safety factor* metode Culmann, metode Taylor dan *strength reduction method* dengan menggunakan program MIDAS GTS NX.

### 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pembahasan pada penelitian ini adalah :

- Perhitungan mencari *safety factor* menggunakan metode Culmann.
- Perhitungan mencari *safety factor* menggunakan metode Taylor.
- Analisis *safety factor* dengan *strength reduction method* dengan MIDAS GTS NX.
- Perbandingan *safety factor* yang dilakukan dari hasil metode Culmann dengan *strength reduction method* menggunakan MIDAS GTS NX.

### 1.5 Metode Penelitian

Studi literatur yang berkaitan dengan *safety factor* untuk mendapatkan pemahaman mengenai teori yang digunakan dalam menganalisis dengan metode Culmann, metode Taylor dan *strength reduction method* menggunakan program MIDAS GTS NX. Studi literatur yang dilakukan menggunakan studi-studi berkaitan yang telah dilakukan, buku teks, artikel, jurnal, dan kelas mata kuliah yang bersangkutan.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada studi ini terdiri dari 5 bab pembahasan, yaitu :

#### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi mengenai latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi mengenai dasar teoritis mengenai *safety factor* dan dasar teoritis yang menjadi pendukung dalam penelitian yang dilakukan. Tinjauan Pustaka didapat dengan melakukan studi literatur.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi mengenai tahapan perhitungan *safety factor* dengan metode Culmann dan MIDAS GTS NX.

## BAB IV DATA DAN ANALISIS

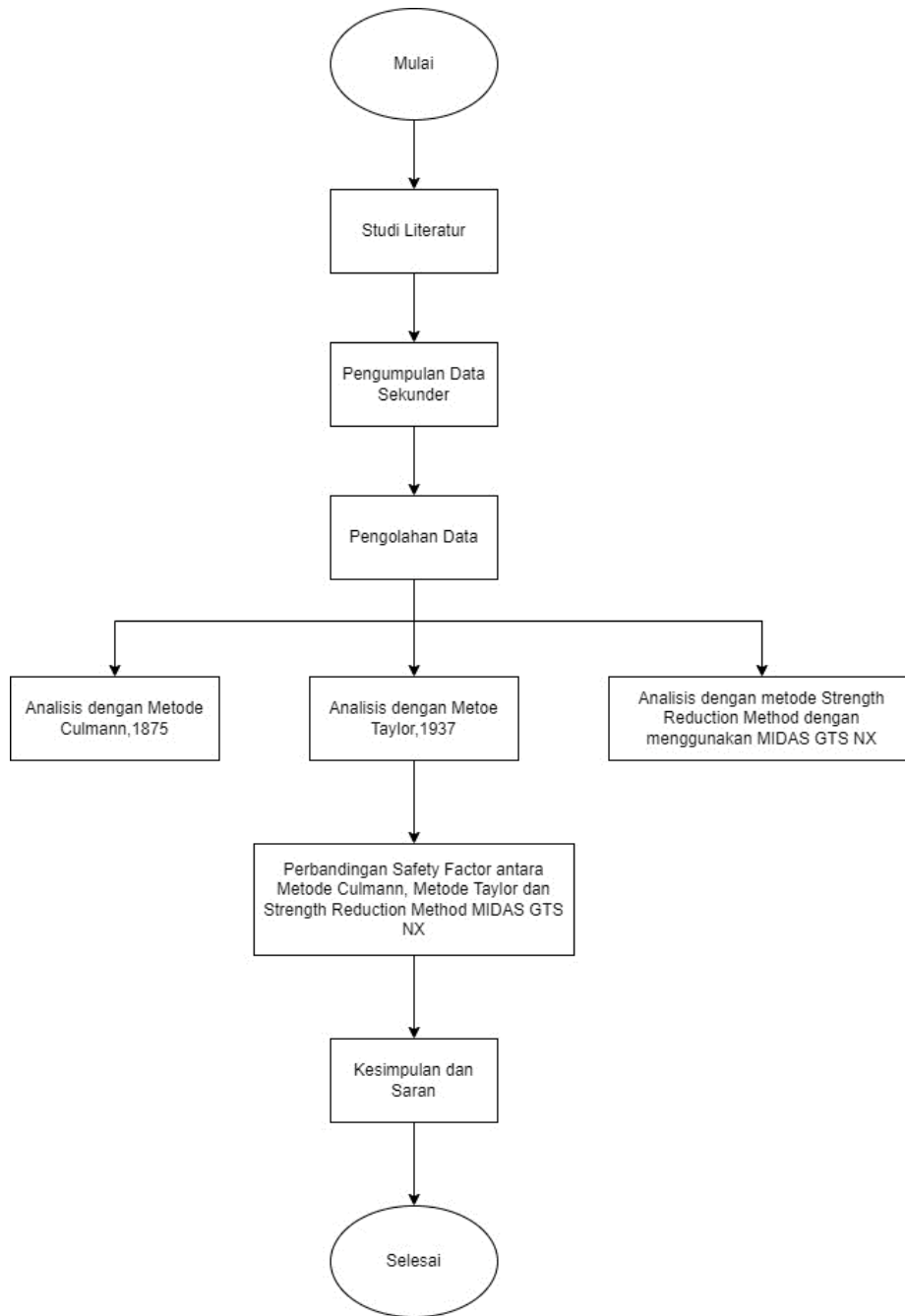
Pada bab ini berisi mengenai analisis *safety factor* yang diperoleh melalui metode Culmann, metode Taylor dan program MIDAS GTS NX.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi mengenai kesimpulan penelitian dan pembahasan dari tujuan penelitian yang telah dilakukan, serta saran terhadap penelitian yang sudah dilakukan.

### 1.7 Diagram Alir

Perbandingan *safety factor* dengan metode Culmann dan strength reduction method menggunakan MIDAS GTS NX dilakukan berdasarkan diagram alir pada **Gambar 1.1** berikut :



**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian.