

SKRIPSI

**PERBANDINGAN ANALISIS STABILITAS LERENG
MENGUNAKAN PLAXIS 2D DAN 3D DI KALIMANTAN**



**STEVANI KARYANI HIA
NPM : 2017410201**

**PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.
KO PEMBIMBING: Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2021**

SKRIPSI
PERBANDINGAN ANALISIS STABILITAS LERENG
MENGGUNAKAN PLAXIS 2D DAN 3D DI
KALIMANTAN



STEVANI KARYANI HIA

NPM : 2017410201

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.

**KO-
PEMBIMBING:** Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.

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

PENGUJI 2: Aswin Lim, Ph.D.

[Handwritten signatures of Budijanto Widjaja, Ryan Alexander Lyman, Ir. Siska Rustiani Irawan, and Aswin Lim]

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No.1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
2021

PERNYATAAN

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

Nama : Stevani Karyani Hia

NPM : 2017410201

Program Studi : Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PERBANDINGAN ANALISIS STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN PLAXIS 2D DAN 3D DI KALIMANTAN

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: 24 Juli 2021



Stevani Karyani Hia

2017410201

☞ coret yang tidak perlu

PERBANDINGAN ANALISIS STABILITAS LERENG MENGUNAKAN PLAXIS 2D DAN 3D DI KALIMANTAN

**Stevani Karyani Hia
NPM: 2017410201**

**Pembimbing: Budijanto Widjaja, Ph.D.
Ko Pembimbing: Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI 2021**

ABSTRAK

Kestabilan lereng merupakan salah satu permasalahan yang sering dihadapi dalam pekerjaan konstruksi. Kegagalan suatu lereng ini dapat menimbulkan bencana yang membahayakan lingkungan sekitarnya. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap kestabilan lereng untuk mencegah terjadinya gangguan akibat dari kegagalan lereng tersebut. Pada penelitian ini dilakukan pemodelan lereng di Kalimantan menggunakan program Plaxis 2D dan 3D untuk mengetahui nilai faktor keamanan dan potensi bidang longsor. Berdasarkan analisis yang dilakukan, lereng di Kalimantan tergolong lereng yang aman dari potensi bidang longsor. Lereng 3D yang di *extrude* sepanjang 1 m dan 80 m memiliki permukaan bidang longsor yang signifikan dengan lereng 2D namun menghasilkan faktor keamanan yang berbeda. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa faktor keamanan lereng 3D selalu lebih tinggi daripada lereng 2D. Hal ini dipengaruhi oleh bentuk dan panjang pemodelan lereng yang bergantung pada batas kondisi.

Kata kunci: 2D, 3D, faktor keamanan, potensi bidang longsor.

COMPARISON OF SLOPE STABILITY ANALYSIS USING PLAXIS 2D AND 3D IN KALIMANTAN

Stevani Karyani Hia
NPM: 2017410201

Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D.
Co-Advisor: Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULY 2021

ABSTRACT

Slope stability is one of the problems that are often faced in construction work. The collapse of a slope can cause a disaster that endangers the surrounding environment. Therefore, it is necessary to conduct a slope analysis to prevent disturbances due to slope failure. In this study, slope modeling in Kalimantan was carried out using the Plaxis 2D and 3D program to determine the safety factor and potential of the landslide. Based on the results of the analysis, the slopes in Kalimantan are classified as slopes that are safe from landslides. The 1 m and 80 m extrusion 3D slopes have a significant landslide surface area with 2D slopes but produce different safety factors. From the analysis results that the factor of safety for 3D slopes is always higher than for 2D slopes. This is influenced by the shape and slope modeling which relies on boundary conditions.

Keywords: 2D, 3D, safety factor, potential for landslides.

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Perbandingan Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan PLAXIS 2D dan 3D di Kalimantan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat lulus program sarjana di program studi teknik sipil, fakultas teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

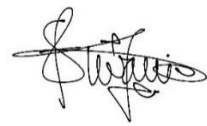
Penulis bersyukur atas kehadiran orang-orang yang telah membantu penulis dalam mengatasi hambatan yang terjadi selama proses penulisan skripsi. Oleh itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada orang-orang yang telah membantu penulis, yaitu:

1. Keluarga penulis yang selalu memberi dukungan kepada penulis selama proses pembuatan skripsi ini.
2. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D, selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, membantu, mendampingi, memberikan waktu, tenaga, dan ilmu pengetahuan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T, selaku ko pembimbing yang telah mendampingi, memberikan waktu, tenaga, dan ilmu pengetahuan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Seluruh dosen dan *staff* pengajar KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan yang membantu penulis menjalankan studi dan menulis skripsi ini.
5. Asyifa, Bernadeta, Elizabeth, Erio, Ruth, Sima dan Stella yang telah berjuang bersama penulis selama proses penulisan skripsi.
6. Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2017 yang telah memberi dukungan selama perkuliahan.
7. Teman-teman kosan yang selalu memberikan hiburan dan semangat kepada penulis.
8. Teman-teman NIMEPA yang selalu memberikan dukungan selama perkuliahan.
9. Teman-teman KAWAN KEWIN yang selalu membantu, memberikan semangat selama perkuliahan dan penulisan skripsi ini.

10. Pihak-pihak yang tidak dapat disebutkan namun berpartisipasi dalam membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan skripsi

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi terdapat ketidaksempurnaan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun agar kedepannya dapat menjadi lebih baik lagi. Terima kasih.

Bandung, 09 Juli 2021



Stevani Karyani Hia
2017410201



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	1-1
DAFTAR TABEL	1-3
DAFTAR LAMPIRAN	1-4
BAB 1 PENDAHULUAN	1-5
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1-5
1.2 Inti Permasalahan	1-5
1.3 Tujuan Penelitian	1-6
1.4 Lingkup Penelitian	1-6
1.5 Metode Penelitian	1-6
1.6 Sistematika Penulisan	1-6
1.7 Diagram Alir Penelitian	1-7
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Analisis Stabilitas Lereng	2-1
2.1.1 Kondisi Teralir	2-1
2.1.2 Kondisi Tidak Teralir	2-1
2.1.3 Parameter Kuat Geser Tanah	2-3
2.2 Longsoran dan Pergerakan Tanah	2-3
2.2.1 Longsoran Rotasi	2-3
2.2.2 Longsoran Translasi	2-4
2.3 Analisis Beban Gempa.....	2-4
2.4 PLAXIS.....	2-5
2.5 Model Konstitutif	2-7
2.6 Faktor Keamanan	2-7
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	3-1
3.1 Stratifikasi Tanah	3-1
3.2 Penentuan Parameter Tanah.....	3-1
3.2.1 Berat Jenis Tanah.....	3-2
3.2.2 Parameter Kuat Geser Tanah.....	3-2

3.2.3 Parameter Kekakuan Tanah.....	3-3
3.3 Pembebanan	3-5
3.4 Program PLAXIS 2D dan 3D	3-5
3.4.1 Tahapan Pemodelan PLAXIS 2D.....	3-5
3.4.2 Tahapan Pemodelan PLAXIS 3D.....	3-13
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	4-1
4.1 Lokasi Studi	4-1
4.2 Analisis Stabilitas Lereng	4-1
4.2.1 Hasil Analisis Jangka Pendek.....	4-4
4.2.2 Hasil Analisis Jangka Panjang.....	4-4
4.2.3 Hasil Analisis Jangka Pendek dengan Beban Gempa	4-4
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-9
5.1 Kesimpulan	5-9
5.2 Saran	5-9
DAFTAR PUSTAKA	viii
LAMPIRAN 1.....	x



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

c	: Kohesi tanah
S_u	: Kohesi tanah tak teralir
c'	: Kohesi tanah efektif
ϕ	: Sudut geser dalam
ϕ'	: Sudut geser dalam efektif
ϕ_u	: Sudut geser dalam tak teralir
σ	: Tegangan normal
σ'	: Tegangan normal efektif
τ	: Kuat geser tanah
τ_f	: Kuat geser tanah efektif
u	: Tegangan air pori
Δu	: Tegangan air pori eksese
γ	: Berat jenis tanah
γ_{sat}	: Berat jenis tanah jenuh air
E_u	: Modulus elastisitas tanah tak teralir
E'	: Modulus elastisitas tanah efektif
ν_u	: Angka Poisson tanah tak teralir
ν'	: Angka Poisson tanah efektif
BH	: <i>Borehole</i>
d_i	: Tebal setiap lapisan antara kedalaman 0 sampai 30 meter
D_r	: Kedalaman longsoran maksimum
F_{PGA}	: Faktor amplifikasi PGA
<i>ESDA</i>	: <i>Effective stress drained analysis</i>
<i>ESUA</i>	: <i>Effective stress undrained analysis</i>
k_h	: Koefisien seismik horizontal
L_r	: Panjang permukaan bidang runtuh
\bar{N}	: Nilai rata-rata tahanan penetrasi standar lapangan rata-rata
N_i	: Nilai N_{SPT} lapisan
<i>PGA</i>	: <i>Peak ground acceleration</i>
<i>SF</i>	: <i>Safety factor</i> / Faktor keamanan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Alir Penelitian.....	1-8
Gambar 2. 1 Keruntuhan Kuat Geser (Duncan, 2014).....	2-2
Gambar 2. 2 <i>Typical values of permeability</i> (Das & Sivakugan, 2016).....	2-2
Gambar 2. 3 Skema Longosoran Rotasi dan Translasi (USGS, 2008).....	2-4
Gambar 2. 4 Pemodelan <i>Plane Strain</i> dan <i>Axisymmetric</i> (PLAXIS, 2020).....	2-6
Gambar 3. 1 Grafik Hubungan N_{SPT} terhadap Kedalaman.....	3-1
Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Sampel Tanah.....	3-1
Gambar 3. 3 Korelasi E_u dan S_u Tanah Lempung (Duncan & Buchignani, 1976)	3-4
Gambar 3. 4 Tampilan Awal PLAXIS 2D.....	3-5
Gambar 3. 5 <i>Input</i> Koordinat Lereng.....	3-6
Gambar 3. 6 <i>Input</i> Parameter Tanah.....	3-6
Gambar 3. 7 Pemodelan Beban Lalu Lintas.....	3-7
Gambar 3. 8 Peta Percepatan Puncak di Batuan Dasar (SB) untuk Probabilitas Terlampau 2% dalam 50 Tahun (Peta Sumber dan Bahaya Gempa, 2017).....	3-9
Gambar 3. 9 <i>Generate Mesh</i>	3-10
Gambar 3. 10 Pemodelan Muka Air Tanah.....	3-10
Gambar 3. 11 <i>Initial Phase</i>	3-11
Gambar 3. 12 <i>Plastic Nil</i>	3-11
Gambar 3. 13 Beban Merata.....	3-12
Gambar 3. 14 Faktor Keamanan.....	3-12
Gambar 3. 15 Potensi Bidang Longsor Lereng.....	3-13
Gambar 3. 16 Koordinat Lereng.....	3-13
Gambar 3. 17 Koordinat Beban Merata.....	3-14
Gambar 3. 18 <i>Generate Mesh</i>	3-14
Gambar 3. 19 Koordinat Muka Air Tanah.....	3-15
Gambar 3. 20 <i>Assigned Water Level</i>	3-15
Gambar 3. 21 <i>Gravity Loading</i> Pada <i>Initial Phase</i>	3-16
Gambar 3. 22 Beban Merata.....	3-16
Gambar 3. 23 Nilai Faktor Keamanan.....	3-17
Gambar 3. 24 Potensi Bidang Longsor Lereng.....	3-17

Gambar 4. 1 Potongan Melintang Lereng	4-1
Gambar 4. 2 Pemodelan Lereng 2D	4-2
Gambar 4. 3 Pemodelan Lereng 3D	4-2
Gambar 4. 4 Deskripsi Lereng.....	4-3
Gambar 4. 5 Potensi Bidang Longsor 2D dan 3D saat Muka Air Normal Pada Jangka Pendek.....	4-5
Gambar 4. 6 Potensi Bidang Longsor 2D dan 3D Saat Muka Air Tinggi Pada Jangka Pendek.....	4-5
Gambar 4. 7 Potensi Bidang Longsor 2D dan 3D Saat Muka Air Normal Pada Jangka Panjang.....	4-6
Gambar 4. 8 Potensi Bidang Longsor 2D dan 3D Saat Muka Air Tinggi Pada Jangka Panjang.....	4-6
Gambar 4. 9 Potensi Bidang Longsor 2D dan 3D Saat Muka Air Normal Pada Jangka Pendek dengan Beban Gempa	4-7
Gambar 4. 10 Potensi Bidang Longsor 2D dan 3D Saat Muka Air Tinggi Pada Jangka Pendek dengan Beban Gempa	4-7



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Berbagai Kondisi Parameter Tanah Pada PLAXIS	2-5
Tabel 2. 2 Faktor Keamanan Minimum (SNI 8460:2017)	2-8
Tabel 3. 1 Korelasi Jenis Tanah dengan N_{SPT} (Look, 2007)	3-2
Tabel 3. 2 Korelasi Berat Isi Tanah untuk Tanah Non Kohesif dan Kohesif (William & Whitman, 1962)	3-2
Tabel 3. 3 Nilai Kohesi Efektif Tanah Lempung (Look, 2007)	3-3
Tabel 3. 4 Nilai Kohesi Efektif Tanah Pasir (AS 4678, 2002).....	3-3
Tabel 3. 5 Nilai Sudut Geser Efektif Tanah Lempung dan Pasir (Look, 2007) ..	3-3
Tabel 3. 6 Modulus Elastisitas Tanah Pasir (Briaud, 2013)	3-4
Tabel 3. 7 Korelasi Jenis Tanah dengan Angka Poisson, ν (Look, 2007).....	3-4
Tabel 3. 8 Beban Lalu Lintas Untuk Analisis Stabilitas (SNI Geoteknik, 8460:2017)	3-5
Tabel 3. 9 Perhitungan Nilai \bar{N}	3-8
Tabel 3. 10 Klasifikasi Situs (AASHTO, 2012).....	3-9
Tabel 3. 11 Faktor Amplifikasi untuk PGA (AASHTO, 2012)	3-8
Tabel 4. 1 Faktor Keamanan Pada Berbagai Kondisi.....	4-8

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Potongan Melintang Lereng L1-1



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Lereng merupakan permukaan tanah yang mempunyai elevasi berbeda dengan kemiringan tertentu sehingga membentuk sudut tertentu terhadap bidang horizontal. Secara umum lereng terbagi dua yaitu, lereng alam dan lereng buatan. Lereng alam yaitu lereng yang terbentuk dari proses alam sedangkan lereng buatan merupakan lereng yang dibentuk oleh manusia untuk keperluan tertentu. Lereng banyak dijumpai dalam berbagai pekerjaan konstruksi sipil. Beberapa proyek ada juga yang dibangun di atas lereng contohnya pembangunan jalan. Dengan dilakukannya pembangunan di atas lereng, dapat mengganggu kestabilan lereng itu sendiri.

Secara umum, kestabilan lereng bergantung pada geometri lereng, sifat material dan beban luar. Kestabilan lereng merupakan salah satu permasalahan yang sering dihadapi dalam pekerjaan konstruksi. Kegagalan suatu lereng ini dapat menimbulkan bencana yang membahayakan lingkungan sekitarnya. Untuk menganalisis kestabilan dapat menggunakan program elemen hingga salah satunya yaitu PLAXIS. Program ini dapat memodelkan lereng dalam bentuk dua dimensi dan tiga dimensi.

Analisis stabilitas lereng menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam rekayasa geoteknik. Penggunaan metode elemen hingga menjadi tren dalam analisis stabilitas lereng yang banyak digunakan. Dengan melakukan analisa terhadap keamanan suatu lereng akan sangat membantu dalam menentukan kestabilan konstruksi bangunan di lereng. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap kestabilan lereng untuk mencegah terjadinya gangguan akibat dari kegagalan lereng tersebut.

1.2 Inti Permasalahan

Dalam skripsi ini memodelkan nilai faktor keamanan dan potensi bidang longsor suatu lereng di Kalimantan menggunakan Program PLAXIS 2D dan 3D dan/atau perbaikan lereng jika dibutuhkan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui nilai faktor keamanan dan potensi bidang kelongsoran lereng pada berbagai kondisi.
2. Memberikan saran penanggulangan untuk lereng yang tidak stabil.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Data tanah merupakan data hasil uji bor yang dilakukan di Kalimantan.
2. Menentukan nilai faktor keamanan keamanan dan potensi bidang gelincir pada kondisi jangka pendek, jangka panjang, statik, non-statik, muka air normal dan muka air tinggi.
3. Program yang digunakan untuk melakukan analisis numerik adalah PLAXIS 2D dan 3D.

1.5 Metode Penelitian

Metode-metode penelitian yang dilakukan pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur
Penulis mengkaji buku, jurnal, *paper*, dan skripsi terkait dengan topik penelitian agar mengetahui informasi dan pengetahuan terkait dengan permasalahan yang diteliti.
2. Pengolahan data dan analisis
Berdasarkan data primer dan sekunder yang diperoleh, penulis akan mengolah data dan melakukan analisis untuk mengetahui stabilitas lereng.
3. Simulasi
Pengolahan dan analisis data dihitung dengan menggunakan Program PLAXIS 2D dan 3D.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang dilakukan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab 1 berisi mengenai latar belakang permasalahan, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian.

BAB 2 STUDI PUSTAKA

Bab 2 berisi mengenai landasan teori yang digunakan dalam penelitian.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab 3 berisi mengenai prosedur penentuan parameter tanah dan tahapan pemodelan PLAXIS 2D dan 3D.

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

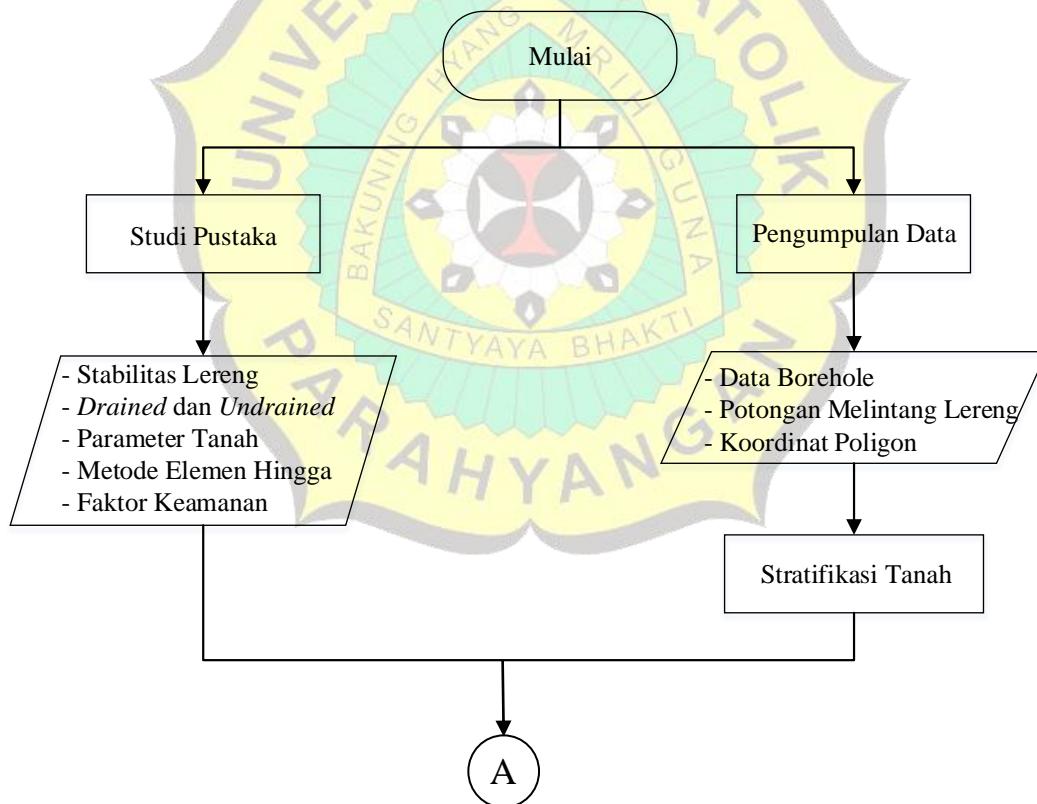
Bab 4 berisi parameter tanah dan hasil simulasi dengan program PLAXIS 2D dan 3D.

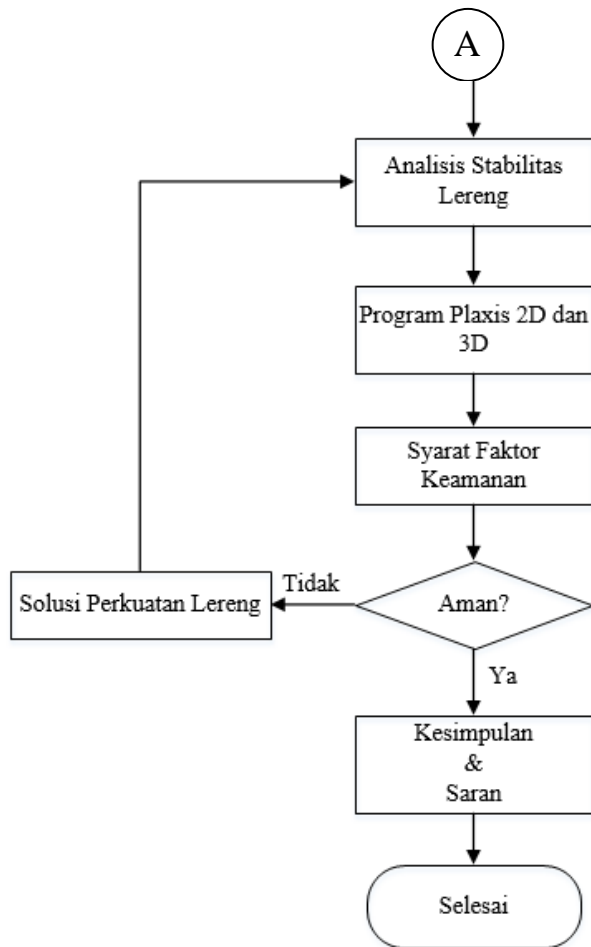
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 5 berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran yang dapat digunakan untuk menunjang penelitian selanjutnya.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.





Gambar 1. 1 Diagram Alir Penelitian

