



**ANALISIS SATURATED DAN UNSATURATED PADA LERENG  
DI DUSUN CALOK, KECAMATAN ARJASA, KABUPATEN  
JEMBER**

*diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana pada  
program studi S1 Teknik Sipil.*

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Owi Sa'adilla Prabandari  
161910301038**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN  
TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS JEMBER  
FAKULTAS TEKNIK  
TEKNIK SIPIL  
JEMBER  
2023**

## PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat dan rahmatNya sehingga skripsi ini dapat saya selesaikan dengan baik. Dengan menyebut nama Allah dengan ini saya persembahkan karya sederhana yang telah saya tulis sebagai bentuk terima kasih kepada:

1. Kedua orangtua, terutama Ibu Ety Sri Wulandari tercinta yang sudah senantiasa memberikan doa serta dukungan secara mental dan materi;
2. Bapak Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T. dan Bapak Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing serta Ibu Dr. Ir. Indra Nurtiahjaningtyas, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Ir. Krisnamurti, S.T., M.T. selaku dosen penguji, terima kasih atas bimbingan, kesabaran dan ilmu yang telah diberikan;
3. Teman-teman “Senyum Media” yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini;
4. Keluarga Biji Besi Teknik Sipil 2016 Universitas Jember yang selalu memberikan bantuan, dukungan dan semangat selama mengerjakan skripsi;
5. Almamater Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember;
6. Teman saya, Marshelyna Haraditha dan Anisa Azulia yang sudah menemani dan mendengarkan keluh kesah saya serta selalu memberikan semangat dan motivasi selama mengerjakan skripsi;
7. Semua pihak yang telah turut berperan serta dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak bisa penulis sebut satu persatu.

**MOTTO**

Karena sesungguhnya sesudah kesulitan ada kemudahan.  
(terjemahan Qur'an Surat Al Insyirah)

Bersabarlah kamu, sesungguhnya janji Allah adalah benar.  
(terjemahan Qur'an Surat Ar-Rum)



**PERNYATAAN ORISINALITAS**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Owi Sa'adilla Prabandari

NIM : 161910301038

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: *Analisis Saturated dan Unsaturated pada Lereng di Dusun Calok, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 27 Juli 2023

Yang menyatakan,



Owi Sa'adilla Prabandari

NIM 161910301038

**HALAMAN PERSETUJUAN**

Skripsi berjudul *Analisis Saturated dan Unsaturated pada Lereng di Dusun Calok, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember* telah diuji dan disetujui oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Kamis  
Tanggal : 27 Juli 2023  
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

**Pembimbing**

1. Pembimbing Utama

Nama : Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T.  
NIP : 199006062019031022

2. Pembimbing Anggota

Nama : Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T.  
NIP : 760016771

Tanda Tangan

(.....)

(.....)

**Penguji**

1. Penguji Utama

Nama : Dr. Ir. Indra Nurtjahjaningtyas, S.T., M.T.  
NIP : 197010241998032001

2. Penguji Anggota 1

Nama : Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.  
NIP : 196612281999031002

(.....)

(.....)

**ABSTRACT**

*Slope collapse can occur at any time and can pose a threat to the community. Slope collapse or landslide is a movement of land that occurs due to the movement of rock or soil with various types and types, such as falling rocks or large clumps of soil. Calok Hamlet, located in Arjasa District, Jember Regency, has the potential for landslides with cracks in the soil. Through the data obtained, the slope has a slope of 15°-30° with soil cracks 1.5 meters deep, 1 meter wide and 373 meters long. This research aims to determine the stability of the slope in saturated and unsaturated conditions. The method used in this research is to analyze data using the Geoslope program. This method is done to find the value of the safety factor on the slope in saturated and unsaturated conditions. The results obtained from the analysis using Geoslope program is obtained the value of the safety factor when unsaturated conditions amounted to 11.297 where the condition of the slope is classified as safe because the value of the safety factor is more than 1.25 and the ground movement in this condition is included in the type of landslide creep. The results of the analysis in saturated condition obtained a safety factor value of 0.398 where this value is less than 1.25, the slope condition is in an unsafe condition due to an increase in water mass and can lead to landslides with debris flow type.*

*Keywords: slope, landslide, safety factor*

## RINGKASAN

Keruntuhan lereng dapat terjadi kapanpun dan di luar jangkauan serta dapat menjadi sebuah ancaman bagi masyarakat. Keruntuhan lereng maupun longsor adalah sebuah pergerakan tanah yang terjadi karena adanya pergerakan masa batuan atau tanah dengan berbagai tipe dan jenisnya, seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Hal ini dapat terjadi di wilayah pegunungan pada musim hujan, di mana dapat mengakibatkan kerugian harta benda maupun korban jiwa dan menimbulkan kerugian sarana dan prasarana seperti perumahan, industry, dan lahan pertanian.

Penelitian dilakukan lokasi di Dusun Calok, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kestabilan lereng dalam kondisi jenuh dan tidak jenuh di lokasi tersebut karena adanya retakan tanah yang menandakan bahwa bisa kapan saja bisa terjadi adanya tanah longsor.

Metode yang digunakan adalah dengan menganalisa hasil uji laboratorium dari sampel tanah menggunakan program Geoslope. Berdasarkan hasil dan pembahasan didapatkan nilai keamanan lereng sebesar 11,297 dalam kondisi tanah tidak jenuh air, nilai ini lebih dari 1,25 yang menandakan bahwa lereng dalam kondisi stabil dan termasuk dalam jenis longsor rayapan. Namun, saat tanah dalam kondisi jenuh air di mana tekanan air pori meningkat nilai keamanan lereng menjadi 0,398 yaitu kurang dari 1,25, hal ini menunjukkan bahwa tanah pada lereng saat jenuh air tidak dalam kondisi stabil dan pergerakan tanah masuk ke dalam jenis longsor dengan aliran debris.

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Stabilitas Lereng di Dusun Calok, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

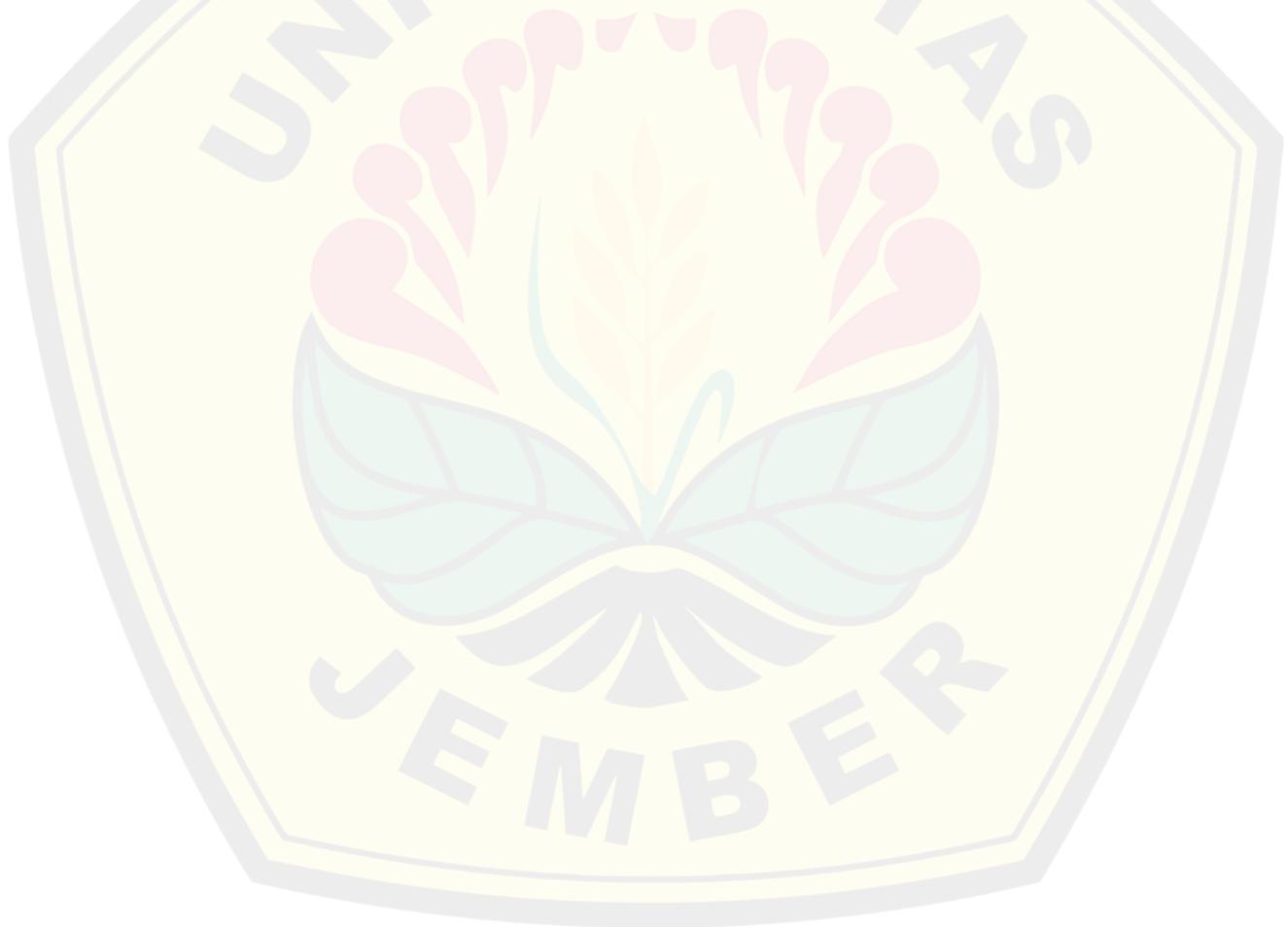
1. Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Gusfan Halik, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Strata 1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember;
4. Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama;
5. Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota;
6. Dr. Ir. Indra Nurtiahjaningtyas, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Utama;
7. Ir. Krisnamurti, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Anggota dan Dosen Pembimbing Akademik.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

**DAFTAR ISI**

<b>SKRIPSI.....</b>	<b>i</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Penelitian .....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
<b>BAB 2. TINJAUAN TEORI.....</b>	<b>3</b>
2.1 Lereng.....	3
2.2 Tanah Longsor.....	3
2.3 Uji Laboratorium.....	6
2.3.1. Direct Shear .....	6
2.4 Program Geoslope .....	7
2.5 Penelitian Terdahulu .....	7
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>9</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	9
3.2 Sumber dan Pengumpulan Data .....	9
3.2.1. Data Primer.....	9
3.2.2. Data Sekunder .....	10
3.2.3. Pengolahan Data.....	10
3.3 Analisis dengan Program Geoslope .....	10
3.3.1. Pengaturan Analisis .....	10
3.3.2. Menentukan Parameter Tanah.....	10
3.3.3. Menentukan Parameter Tiap Lapisan Tanah.....	11

3.3.4. Menentukan Entry dan Exit Bidang Longsor.....	11
3.3.5. Menemukan Angka Keamanan Pada Lereng .....	11
3.4 Bagan Alir Penelitian .....	12
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>13</b>
4.1 Hasil Uji Laboratorium .....	13
4.1.1. Hasil Uji Kadar Air Tanah .....	13
4.1.2. Hasil Uji Berat Volume Tanah .....	14
4.1.3. Hasil Uji Direct Shear .....	14
4.2 Hasil Analisis Program Geoslope .....	17
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>20</b>
5.1 Kesimpulan.....	20
5.2 Saran.....	20
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>21</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>22</b>

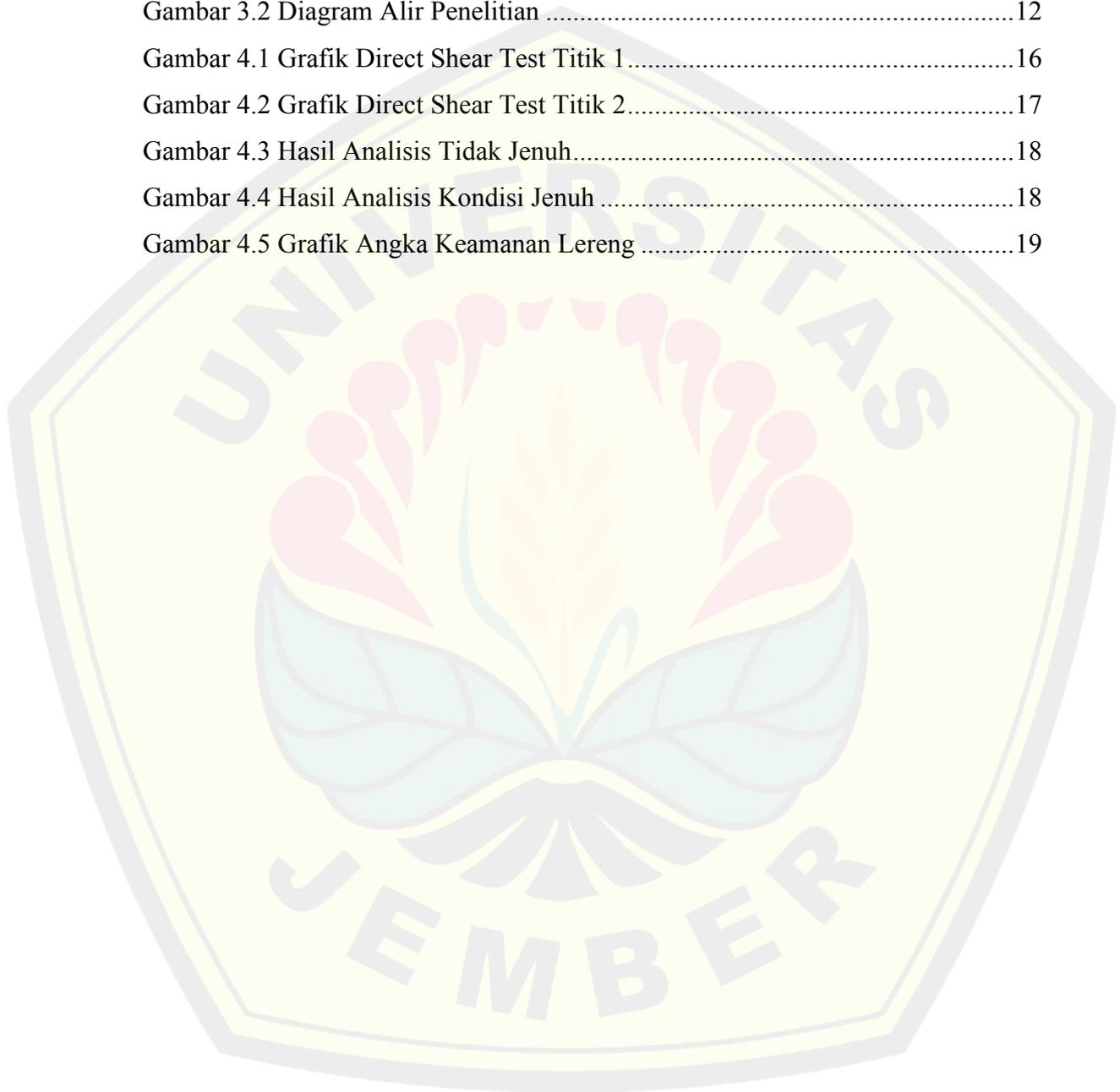


**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu .....	7
Tabel 4.1 Hasil Uji Kadar Air Tanah Titik 1 .....	13
Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar Air Tanah Titik 2 .....	13
Tabel 4.3 Hasil Uji Berat Volume Tanah Titik 1 .....	14
Tabel 4.4 Hasil Uji Berat Volume Tanah Titik 2 .....	14
Tabel 4.5 Hasil Uji Direct Shear Tanah Titik 1 .....	14
Tabel 4.6 Hasil Uji Direct Shear Tanah Titik 2 .....	15
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Tegangan Geser Maksimum Tanah Titik 1 .....	15
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Tegangan Geser Maksimum Tanah Titik 2 .....	15
Tabel 4.9 Nilai Tegangan Geser Maksimum dan Nilai Tegangan Normal Tanah Titik 1 .....	16
Tabel 4.10 Nilai Tegangan Geser Maksimum dan Nilai Tegangan Normal Tanah Titik 2 .....	16
Tabel 4.11 Nilai Hasil Uji Direct Shear .....	17

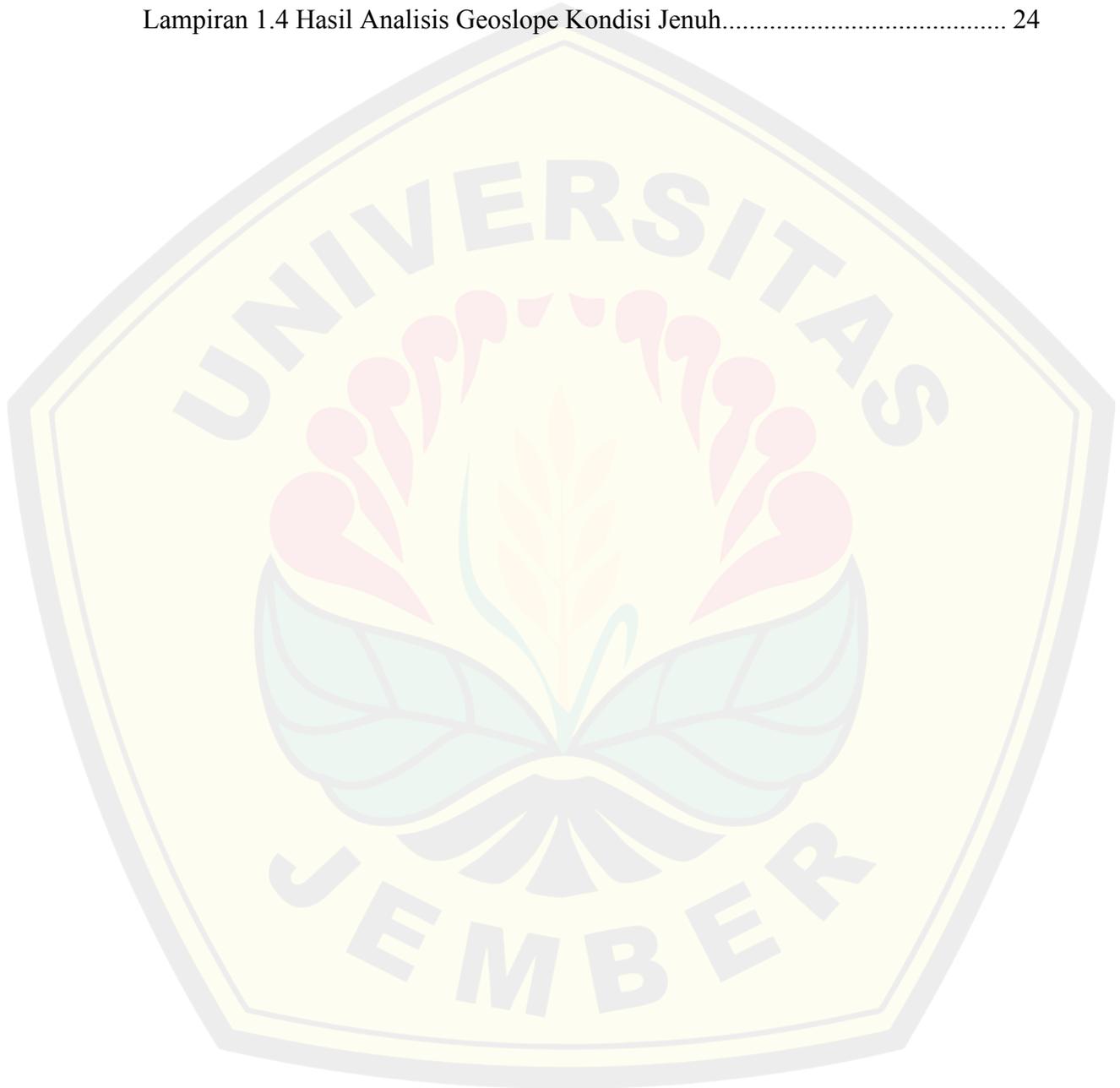
**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Gambaran Jenis Pergerakan Tanah pada Lereng (Sumber: Tanah Longsor Analisis – Prediksi – Mitigasi).....	5
Gambar 3.1 Peta Lokasi Calok, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember .....	9
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian .....	12
Gambar 4.1 Grafik Direct Shear Test Titik 1 .....	16
Gambar 4.2 Grafik Direct Shear Test Titik 2.....	17
Gambar 4.3 Hasil Analisis Tidak Jenuh.....	18
Gambar 4.4 Hasil Analisis Kondisi Jenuh .....	18
Gambar 4.5 Grafik Angka Keamanan Lereng .....	19



**DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1.1 Peta Situasi Gerakan Tanah di Dusun Calok.....	22
Lampiran 1.2 Gambar Tampak Samping Lereng di Dusun Calok.....	23
Lampiran 1.3 Hasil Analisis Geoslope Kondisi Tidak Jenuh .....	24
Lampiran 1.4 Hasil Analisis Geoslope Kondisi Jenuh.....	24



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Longsor atau disebut juga gerakan tanah merupakan fenomena geologi yang terjadi sebagai akibat dari pergerakan berbagai macam dan jenis batuan dan massa tanah, seperti jatuhnya batuan dan gumpalan besar. Longsor adalah bencana alam yang biasanya terjadi di daerah pegunungan selama musim hujan yang dapat menyebabkan adanya korban dan kerugian serta kerusakan pada infrastruktur yang berdampak pada kehidupan sosial. (Yuniarta, dkk. 2015)

Longsor yang terjadi dapat dikatakan sebagai sebuah ancaman bagi masyarakat karena kemunculannya yang tiba-tiba dan di luar kemampuan manusia untuk mencegah. Bahkan di lokasi penelitian ini sudah ditemukan retakan tanah yang menandakan bahwa tanah longsor bisa kapan saja terjadi di lokasi tersebut. Lokasi penelitian ini berpotensi tinggi akan bencana tanah longsor yaitu berada di Dusun Calok, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember. Gerakan tanah pada dusun tersebut terjadi di awal Februari 2018 dengan jenis gerakan tanah tipe lambat berupa rayapan yang memunculkan sebuah retakan di kemiringan lereng 15 - 30° di area perkebunan Sengon. Retakan tanah mencapai kedalaman 1,5 meter dengan lebar 1 meter dan panjang hingga 373 meter. Retakan ini dapat berpotensi menjadi longsor yang mengancam pemukiman yang berada sekitar 75 – 100 meter dari lokasi retakan. ([Laporan Singkat Badan Geologi. 2018](#))

Beberapa faktor mempengaruhi stabilitas lereng, salah satunya adalah kemiringan lereng, gempa bumi, tekanan air pori berlebih dan berkurangnya kekuatan geser yang diakibatkan oleh adanya pelapukan, pencairan serta adanya rembesan air (Aisah & Gofar. 2022). Terjadinya kegagalan lereng umumnya dipicu oleh tingginya curah hujan selama musim hujan datang yang menyebabkan tanah dapat berubah menjadi jenuh. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kestabilan lereng dalam kondisi jenuh dan tidak jenuh yang berada di Dusun Calok, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember dengan menggunakan program Geoslope dalam Tugas Akhir ini.

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari penulisan latar belakang , masalah yang berkaitan yaitu:

1. Bagaimana jenis longsoran pada lereng di Dusun Calok, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember?
2. Bagaimana analisis stabilitas lereng pada kondisi jenuh dan tidak jenuh?

## 1.3 Batasan Penelitian

Untuk menjaga agar tidak terlalu luas dan untuk menetapkan arah yang tepat untuk penelitian, batas penelitian harus dipersempit menjadi::

1. Tidak menghitung biaya risiko akibat kelongsoran.
2. Tidak menghitung biaya perbaikan akibat tanah longsor.
3. Hanya menggunakan program Geoslope.
4. Hanya mengambil sampel di tiga titik dengan menggunakan tabung shelby.
5. Mengasumsikan jenis tanah sebagai tanah homogen

## 1.4 Tujuan Penelitian

Dengan latar belakang dan rumusan masalah di atas, penelitian ini bertujuan untuk mencapai tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui jenis longsoran pada lereng di Dusun Calon, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember.
2. Mengetahui kestabilan lereng pada kondisi jenuh dan tidak jenuh.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini manfaat yang diharapkan adalah:

1. Dapat memberikan informasi mengenai kestabilan suatu lereng pada masyarakat dan instansi terkait.
2. Dapat menambah pengetahuan tentang kestabilan lereng.
3. Dapat mengetahui penanganan yang dapat dilakukan di lokasi yang terdapat retakan tanah.

## BAB 2. TINJAUAN TEORI

### 2.1 Lereng

Lereng adalah permukaan tanah yang tidak dilindungi yang memiliki kemiringan dan sudut tertentu terhadap bidang datar (Das, 2001). Lereng dapat terbentuk dan ada secara alami dan secara buatan. Lereng alami biasanya terdapat pada daerah pegunungan dan perbukitan, sedangkan lereng buatan adalah lereng yang dibentuk oleh manusia untuk tujuan konstruksi (Soepandji, 1995). Lereng dapat runtuh karena adanya gaya dorong akibat beban pada tanah. Keruntuhan lereng terjadi karena gaya pendorong lebih besar daripada gaya penahan karena lereng secara alami menggerakkan tanah dan akar tumbuhan dengan kuat.

### 2.2 Tanah Longsor

Longsor adalah gerakan massa campuran tanah dan/atau batuan ke bawah dan ke luar suatu lereng akibat hilangnya stabilitas tanah dan/atau batuan penyusun lereng (BNPB, 2011). Secara umum tanah longsor disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor pendorong dan faktor pemicu. Meskipun gravitasi adalah penyebab utama kejadian ini, faktor lain seperti :

1. Erosi, saat limpasan, air hujan, sungai, atau gelombang laut mengikis dasar lereng, menjadikannya lebih curam.
2. Hujan lebat melemahkan lereng bebatuan dan tanah.
3. Gempa bumi menyebabkan getaran, tekanan pada partikel mineral, permukaan yang lemah pada batuan dan massa tanah, serta menyebabkan keruntuhan lereng.
4. Gunung berapi menyebabkan pengendapan debu yang tidak aktif dan hujan lebat.

Adapun sistem klasifikasi longsor berdasarkan pada parameternya (Muntohar, 2010), yaitu:

1. Keruntuhan geser atau longsor (*sliding failures*).

Gerak tanah dapat terjadi karena perbedaan jenis tanah padat dan tidak padat. Longsor tanah dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori: kegagalan rotasi dan kegagalan translasi. Permukaan patahan rotasi memiliki bentuk cekung seperti pada Gambar 2.1a. Sebaliknya, permukaan patahan datar akan sedikit cekung ke atas, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1b. Gerakan longsor translasi terdiri dari blok tanah.

1. Reruntuhan batuan (*fall failures*)

Gambar 2.1d menunjukkan bahwa runtuh batuan terjadi lebih di lereng batuan yang runtuh daripada di lereng yang terjal. Gravitasi, rembesan air, dan pelapukan mekanis memengaruhi pergerakan. Longsor jenis ini biasanya terjadi pada agregat batuan dengan pelapukan yang tidak merata, batuan dengan banyak kekar (*join*) atau retakan (*fracture*), atau pada batas antara dua jenis batuan atau zona kontak batuan (*bedding planes*).

2. Jatuhan (*topping failures*)

Runtuhan (*topples*) adalah runtuhnya sekelompok massa batuan yang diakibatkan oleh gravitasi bumi. Perbedaan longsor jenis ini berada pada gerak rotasi massa material kedepan di satu atau beberapa blok material, baik pada pusat, bawah atau di dasar blok (gambar 2.1e).

3. Longsor aliran (*flows failures*).

Longsor aliran terdiri dari material yang longsor menuruni lereng, mulai dari fragmen tanah halus hingga bongkah yang dicampur dengan air. Mereka memiliki beberapa ciri unik, yaitu:

a. Aliran debris (*debris flow*)

Material pada longsor ini adalah massa cair yang dapat bergerak cepat menuruni lereng. (gambar 2.1f)

b. Debris bahan rombakan (*debris avalanche*)

Jenis aliran debris ini bergerak sangat cepat dan bertahan lama. (gambar 2.1g).

c. Aliran tanah (*earthflow*)

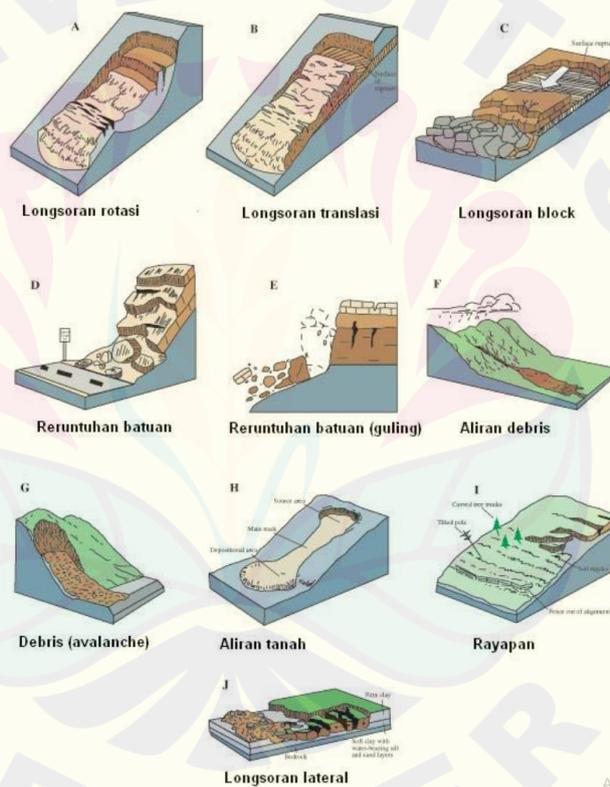
Longsor dengan ukuran material yang seragam dan halus memiliki karakteristik yang mirip dengan aliran debris. Biasanya, aliran ini terjadi di daerah dengan kemiringan lereng yang tidak terlalu curam. (gambar 2.1h)

d. Rayapan (*creep*)

Berubah-ubah (sepanjang musim), menerus (terus menerus), dan bertahap adalah tiga jenis aliran gulungan. (gambar 2.1i)

4. Longsor lateral (*lateral-spreading failures*)

Peristiwa ini unik karena terjadi pada kemiringan yang landai atau area yang cenderung datar (gambar 2.1j). Ciri khas material adalah gerakannya ketika perpanjangan lateral diikuti dengan retakan geser atau tarik.



Gambar 2.1 Gambaran Jenis Pergerakan Tanah pada Lereng (Highland, 2004)  
(Sumber: Tanah Longsor Analisis – Prediksi – Mitigasi)

## 2.3 Uji Laboratorium

### 2.3.1. Direct Shear

Metode ini digunakan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan uji kuat geser tanah tidak terkonsolidasi tanpa drainase. Metode ini digunakan untuk mendapatkan informasi yang akurat tentang uji kuat geser tanah.

Pengujian kuat geser tanah dilakukan dengan cara berikut:

1. Menimbang objek yang akan diuji;
2. Masukkan objek ke dalam cincin pengujian yang telah terkunci dan pasang batu pori di bagian atas dan bawahnya;
3. Pasang stang penekan vertikal, dengan beban benda uji sama dengan beban stang.
4. Posisikan penggeser benda uji pada arah mendatar untuk memberi beban mendatar pada bagian atas cincin penguji. Setelah itu, buka cincin pemeriksaan dan atur arloji geser agar menunjukkan angka nol;
5. Setelah beban normal pertama diberikan, penuh kotak cincin pengujian dengan air sampai permukaan benda uji terisi sepenuhnya. Permukaan benda uji harus tetap tetap selama pemeriksaan. Proses ini dilakukan sesuai dengan instruksi manual alat yang terkait;
6. Pastikan tekanan geser tetap dan baca arloji geser secara teratur sesuai dengan kecepatan geser.
7. Beri beban normal pada benda uji kedua dua kali lipat dari beban normal pada pengujian pertama;
8. Mengulangi pekerjaan no.1 s.d no.6
9. Memberikan beban normal pada benda uji ketiga sebesar tiga kali beban normal pertama
10. Mengulangi pekerjaan no.1 s.d no.6
11. Menghitung gaya geser ( $P$ ) dengan mengalikan pembacaan arloji geser dengan angka kalibrasi cincin penguji
12. Menghitung tegangan geser maksimum ( $\tau$ ) dengan rumus

$$\tau = \frac{P_{maks}}{A}$$

13. Menggambarkan hubungan antara tekanan normal ( $\sigma$ ) dan tegangan geser maksimum ( $\tau$ ) pada grafik
14. Menghubungkan ketiga titik yang ditemukan untuk membentuk garis lurus yang memotong sumbu vertikal ( $\tau$ ) untuk kohesi (C) dan sumbu horizontal ( $\sigma$ ) untuk sudut geser tanah ( $\phi$ ).

## 2.4 Program Geoslope

Geoslope, yang digunakan untuk pemodelan geoteknik dan geo-lingkungan, memiliki fitur kuat yang dapat memperluas jenis masalah yang dapat dianalisis dan memberikan fleksibilitas untuk mendapatkan modul yang diperlukan untuk berbagai proyek. SLOPE/W adalah salah satu program Geoslope yang digunakan untuk menentukan faktor keamanan lereng dan kemiringan batuan. Penulis dapat menangani masalah sederhana maupun kompleks dengan menggunakan ini. Penghitungan dilakukan sesuai dengan data yang dimasukkan dan pengaturan analisis yang telah ditetapkan. Seluruh bidang longsor akan ditampilkan dalam grafis SLOPE/W Contour. Nilai faktor aman dapat ditunjukkan dalam bentuk kontur aman, serta dalam poligon dan diagram untuk tiap pias.

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan tabel dari sumber referensi penelitian tentang Analisis Kestabilan Lereng.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

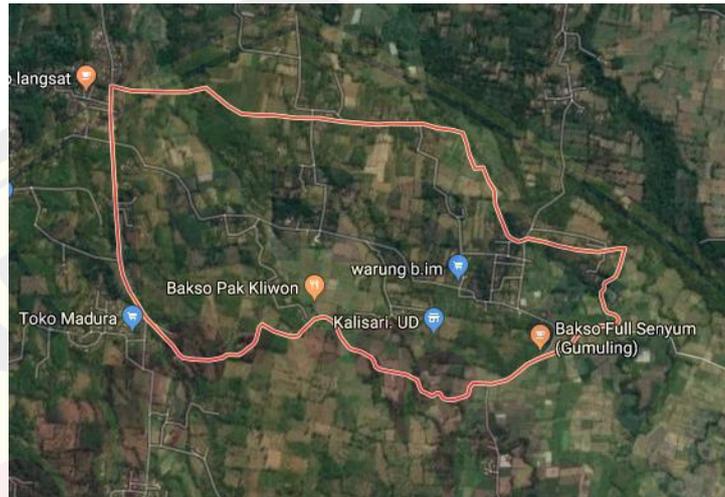
Peneliti	<u>Karsa Ciptaning, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syah Kuala. Tahun 2018.</u>	<u>Elizabeth Widiastuti, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya. Tahun 2017.</u>	<u>Uswatun Chasanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret. Tahun 2012.</u>
Judul Penelitian	Analisis Stabilitas Lereng dengan Konstruksi Dinding Penahan Tanah Tipe Counterfort	Analisis Perkuatan Lereng dengan Menggunakan Alternatif Sheet Pile atau Geotextile (Studi Kasus Jalan	Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Geotekstil menggunakan Program Geoslope

Sugiharas Baturaja (KM 273 + 723)			
Tujuan Penelitian	Mengevaluasi faktor keamanan lereng dan dinding penahan tanah.	Mengetahui faktor keamanan lereng sebelum dan setelah diberi sheet pile atau geotextile dan menganalisis juga membandingkan hasil perkuatan antara sheet pile dan geotextile.	Mengetahui pengaruh kemiringan lereng, panjang geotekstil, dan jarak vertikal antar geotekstil terhadap angka keamanan lereng.
Metode Penelitian	Menghitung stabilitas lereng dengan metode fellenius dan menghitung stabilitas dinding penahan tanah dengan tipe counterfort.	Menghitung secara manual perkuatan sheet pile aau geotextile yang dilanjutkan dengan analisis menggunakan metode elemen hingga pada program Plaxis 2D.	Membandingkan dua perhitungan dengan menggunakan program Geoslope.
Hasil Penelitian	Didapatkan bahwa faktor keamanan pada titik tinjauan tidak aman dan untuk faktor keamanan dinding penahan tanah tipe counterfort adalah kondisi aman.	Didapatkan hasil perhitungan perkuatan sheet pile atau geotextile.	Didapatkan bahwa besarnya penurunan nilai SF sebagai akibat dari kemiringan lereng sebesar 19,401%, 43,433%, 15,558%, 26,081%, dan 15,18% terhadap penggeseran hingga kelongsoran lereng bawah.

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dilakukan yaitu di Dusun Calok, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember.



**Gambar 3.1 Peta Lokasi Calok, Kecamatan Arjasa, Kabupaten Jember**

#### 3.2 Sumber dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data di lapangan meliputi data primer yang didapatkan dari hasil observasi lapangan dan data uji laboratorium.

##### 3.2.1. Data Primer

Data yang diperoleh langsung dari lapangan oleh peneliti atau pihak yang bersangkutan yang diperlukan disebut sebagai data primer. Data primer yang didapat merupakan hasil observasi lapangan yang dilakukan di Dusun Calok, Kecamatan Arjasa. Data yang dibutuhkan untuk penelitian ini, berupa:

1. Pengambilan Sampel Tanah

Tabung Shelby digunakan untuk mengambil sampel tanah di tiga titik. Sampel tanah diambil dengan kedalaman 30cm di lokasi dimana telah terjadi retakan.

## 2. Uji Laboratorium.

Nilai kohesi ( $C$ ) dan sudut geser tanah ( $\phi$ ) yang akan dimasukkan ke program Geoslope dihitung melalui pengujian laboratorium.

### 3.2.2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari BPBD berupa peta rawan longsor dan laporan singkat Badan Geologi.

### 3.2.3. Pengolahan Data

Data diolah dengan program Geoslope menggunakan variabel yang sudah didapatkan dari data primer dan sekunder. Data yang diperoleh akan digunakan sebagai variabel yang akan diinput dalam program yang digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng di Dusun Calok, Arjasa.

Data uji laboratorium yang diinput ke dalam program Geoslope berupa nilai kohesi ( $C$ ), sudut geser tanah ( $\phi$ ) dan berat volume tanah ( $\gamma$ ) serta data hasil observasi berupa ketinggian dan panjang bentang lereng.

## 3.3 Analisis dengan Program Geoslope

### 3.3.1. Pengaturan Analisis

Dalam analisis stabilitas kelongsoran lereng, pengaturan analisis adalah langkah pertama. Adapun langkah-langkahnya yaitu:

1. Buka menu utama KeyIn dan klik Pengaturan Analisis,
2. Tentukan metode analisis dan klik Jenis Analisis. Beberapa metode tersedia untuk analisis stabilitas lereng, termasuk Bishop, Ordinary, dan Janbu,
3. Klik slip surface di pengaturan analisis untuk menentukan area longsor.

### 3.3.2. Menentukan Parameter Tanah

Jenis bahan yang dimasukkan sesuai dengan uraian umum yang diberikan di atas. Material model Mohr-Coulomb digunakan. Berat isi tanah ( $\gamma$ ), kohesi ( $c$ ),

dan sudut geser ( $\phi$ ) adalah parameter yang diperlukan. Penyeragaman satuan untuk masing-masing parameter harus dilakukan sebelum data dimasukkan. Untuk menentukan parameter tanah, klik material di menu utama KeyIn

### 3.3.3. Menentukan Parameter Tiap Lapisan Tanah

Langkah selanjutnya setelah menentukan parameter tanah yaitu menentukan parameter tiap lapisan tanah. Ada dua tahapan dalam menentukan parameter tiap lapisan tanah, yaitu:

1. Klik lines pada menu sketsa utama untuk menggambar batas lapisan tanah. Gambarlah batas-batas untuk setiap lapisan tanah,
2. Dari menu utama draw, pilih ground parameters dan klik regions. Pilih jenis bahan yang ditentukan di panel tab properti.

### 3.3.4. Menentukan Entry dan Exit Bidang Longsor

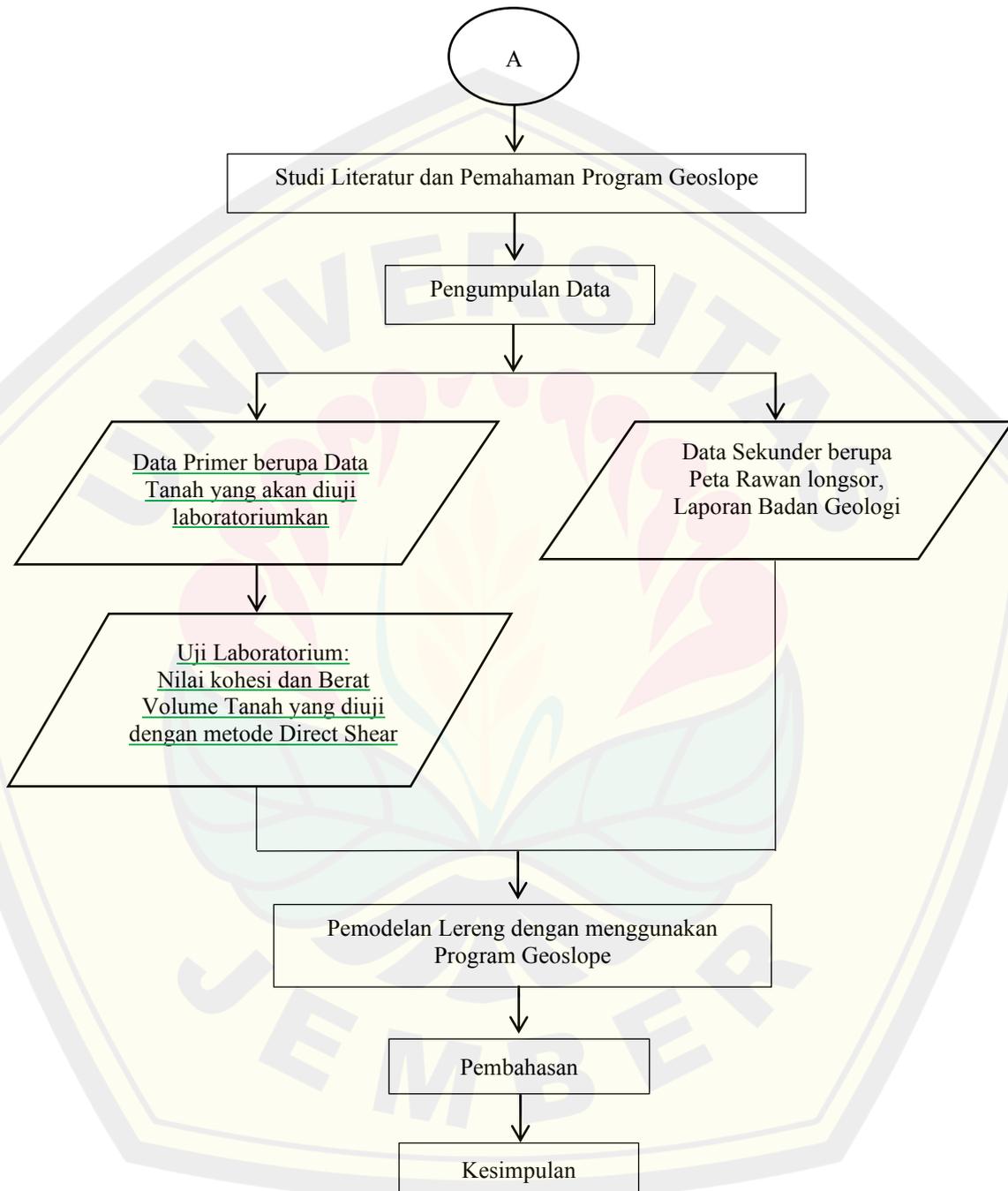
Identifikasi di mana permukaan gelincir yang dicoba dapat masuk atau keluar dari permukaan tanah. Di menu utama draw, tentukan titik masuk dan keluar area longsor, klik permukaan slide, dan pilih titik masuk dan keluar.

### 3.3.5. Menemukan Angka Keamanan Pada Lereng

Langkah ini disebut juga solving problem bertujuan untuk menghitung angka keamanan lereng berdasarkan data masukan. Langkah penyelesaiannya adalah dengan mengklik start pada menu utama di sebelah kiri. Setelah itu, nilai keamanan akan diberikan.

### 3.4 Bagan Alir Penelitian

Berikut merupakan bagan alir penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Uji Laboratorium

Data primer yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari uji langsung yang dilakukan di laboratorium. Beberapa pengujian yang dilakukan diantaranya yaitu, kadar air, uji berat jenis tanah, dan uji berat volume. Pengujian ini menggunakan Laboratorium Mekanika Tanah milik Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Jember.

#### 4.1.1. Hasil Uji Kadar Air Tanah

Data tanah pada titik 1 didapatkan dengan hasil rata-rata 28,5%.

Tabel 4.1 Hasil Uji Kadar Air Tanah Titik 1

<b>Kedalaman</b>	<b>Satuan</b>			
<b>Nomor Cawan</b>		G2	C7	G1
<b>Berat Cawan + Tanah Biasa</b>	Gr	50,55	37,15	39,83
<b>Berat Cawan + Tanah Kering</b>	Gr	40,34	30,48	32,48
<b>Berat Air</b>	Gr	10,21	6,67	7,35
<b>Berat Cawan</b>	Gr	8,89	8,72	8,86
<b>Berat Kering</b>	Gr	31,45	21,76	23,62
<b>Kadar Air</b>	%	32,46	30,65	31,12
<b>Rata-rata</b>	%		28,51	

Data tanah pada titik 2 didapatkan dengan hasil rata-rata 27,77%.

Tabel 4.2 Hasil Uji Kadar Air Tanah Titik 2

<b>Kedalaman</b>	<b>Satuan</b>			
<b>Nomor Cawan</b>		C4	8	C1
<b>Berat Cawan + Tanah Biasa</b>	Gr	37,91	40,15	37,41
<b>Berat Cawan + Tanah Kering</b>	Gr	30,5	32,38	30,32
<b>Berat Air</b>	Gr	7,41	7,77	7,09
<b>Berat Cawan</b>	Gr	8,76	8,85	8,39
<b>Berat Kering</b>	Gr	21,74	23,53	21,93
<b>Kadar Air</b>	%	34,08	33,02	32,33
<b>Rata-rata</b>	%		27,77	

Maka, hasil dari pengujian kadar air tanah didapatkan 28,51% pada tanah titik 1 dan 27,77% pada tanah titik 2.

## 4.1.2. Hasil Uji Berat Volume Tanah

Hasil pengujian berat volume tanah pada titik 1 yaitu,

Tabel 4.3 Hasil Uji Berat Volume Tanah Titik 1

No	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1			145,85	91,87		1,50	
2	2,5	53,98	151,93	97,95	61,37	1,60	1,19
3			156,9	102,92		1,68	

Hasil pengujian berat volume tanah pada titik 2 yaitu,

Tabel 4.4 Hasil Uji Berat Volume Tanah Titik 2

No	Kedalaman	Berat Cincin (gr)	Berat Tanah + Cincin (gr)	Berat Tanah (gr)	Isi Cincin	Berat Isi	Rata-rata
1			144,04	90,06		1,47	
2	2,5	53,98	147,29	93,31	61,37	1,52	1,17
3			157,76	103,78		1,69	

Dari hasil tersebut diketahui bahwa hasil dari uji berat volume ( $\gamma$ ) mendapatkan nilai 1,19 kN/m<sup>3</sup> dan 1,17 kN/m<sup>3</sup>.

## 4.1.3. Hasil Uji Direct Shear

Pengujian direct shear diawali dengan pembacaan geser dengan hasil pembacaan untuk tanah pada titik 1 sebagai berikut,

Tabel 4.5 Hasil Uji Direct Shear Tanah Titik 1

Waktu	8 Kg			16 Kg			24 Kg		
	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear
15	1		50	1		28	1		50
30	2		80	2		55	2		70
45	3		110	3		70	3		85
60	4		140	9		95	9		140
75	5		155	15		120	13		160
90	6		187	20		145	22		185
105	9		197	29		165	27		195
120	12		205	35		185	38		215
135	16		230	46		230	44		235
150	18		260	53		300	59		280
165	20		320				59		320

Hasil pembacaan geser pada tanah titik 2 yaitu,

Tabel 4.6 Hasil Uji Direct Shear Tanah Titik 2

Waktu	8 Kg			16 Kg			24 Kg		
	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear	Ring	Konsol	Shear
15	1		20	1		25	5		15
30	2		35	2		45	13		30
45	3		40	3		75	30		80
60	5		70	9		90	42		115
75	7		95	14		130	51		140
90	10		120	16		165	51		200
105	13		155	20		230			
120	15		190	24		250			
135	16		240	29		295			
150	18		290	35		330			
165	20		320	26		370			

Setelah mendapatkan hasil pembacaan geser, nilai tersebut dihitung dengan mengalikan hasil pembacaan dengan kalibrasi lalu dibagi dengan luas penampang alat untuk mendapatkan nilai tegangan geser maksimum.

Diketahui nilai kalibrasi adalah 0,562 dan luas penampang adalah 31,8.

Perhitungan tegangan geser maksimum yaitu

$$\tau = \frac{P_{maks}}{A} = \frac{\text{Pembacaan geser} \times \text{kalibrasi}}{A}$$

Hasil perhitungan tegangan geser maksimum pada titik 1,

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Tegangan Geser Maksimum Tanah Titik 1

No	Pembacaan Geser	Luas Penampang	Kalibrasi	Hasil
1	20			0,35
2	53	31,8	0,562	0,94
3	59			1,04

Hasil perhitungan tegangan geser maksimum pada titik 2,

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Tegangan Geser Maksimum Tanah Titik 2

No	Pembacaan Geser	Luas Penampang	Kalibrasi	Hasil
1	20			0,35
2	35	31,8	0,562	0,62
3	51			0,90

Setelah menghitung tegangan geser maksimum ( $\tau$ ) dilanjutkan dengan menghitung tegangan normal ( $\sigma$ ).

Perhitungan tegangan normal ( $\sigma$ ) adalah berat beban dibagi luas penampang.

$$\sigma = N/A$$

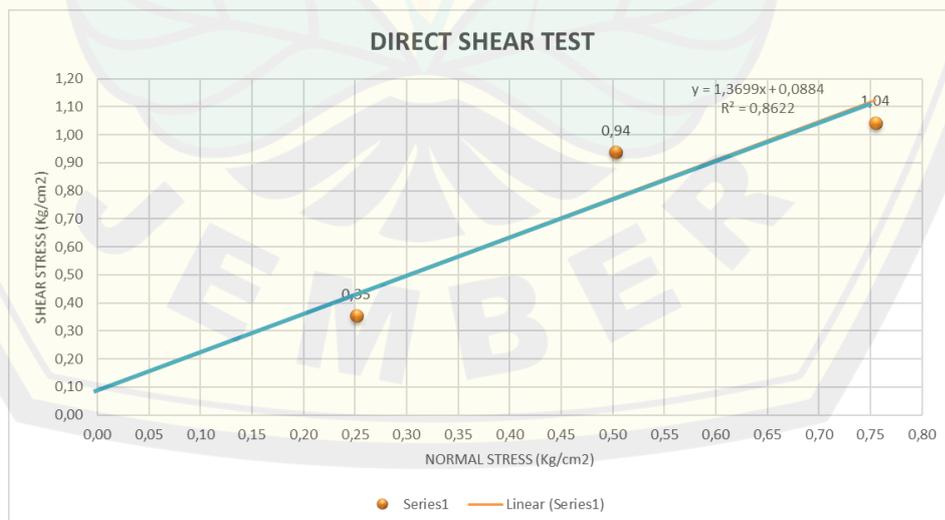
Tabel 4.9 Nilai Tegangan Geser Maksimum dan Nilai Tegangan Normal Tanah Titik 1

No	Berat	$\tau$	$\sigma$
1	8	0,35	0,25
2	16	0,94	0,50
3	24	1,04	0,75

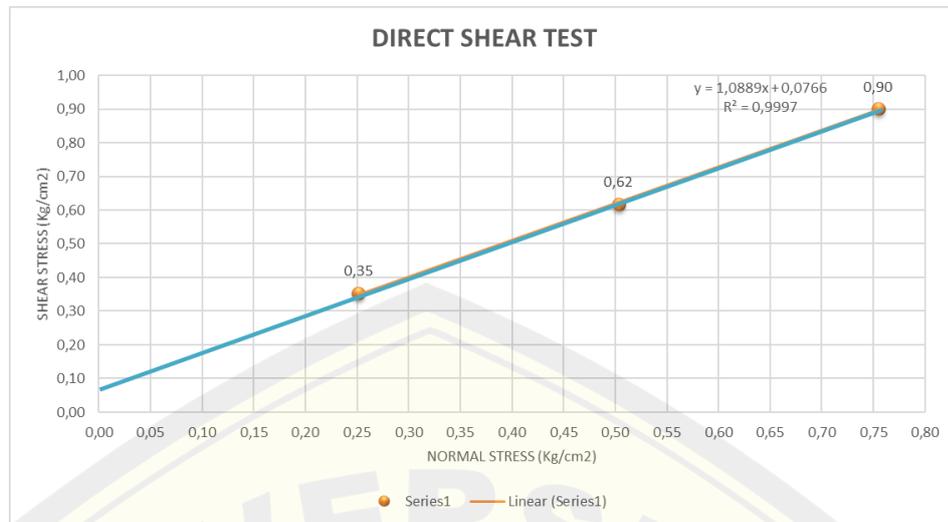
Tabel 4.10 Nilai Tegangan Geser Maksimum dan Nilai Tegangan Normal Tanah Titik 2

No	Berat	T	$\sigma$
1	8	0,35	0,25
2	16	0,62	0,50
3	24	0,90	0,75

Setelah mendapatkan nilai tegangan geser maksimum ( $\tau$ ) dan tegangan normal ( $\sigma$ ), dilanjut dengan mencari nilai kohesi dan sudut geser dari pembacaan grafik.



Gambar 4.1 Grafik Direct Shear Test Titik 1



Gambar 4.2 Grafik Direct Shear Test Titik 2

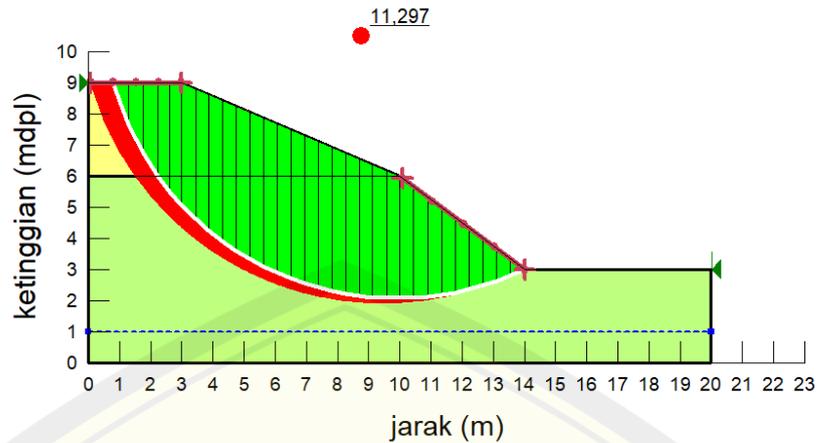
Tabel 4.11 Nilai Hasil Uji Direct Shear

	Satuan	Titik 1	Titik 2
Kohesi (c)	kPa	8,6690	7,5119
Sudut Geser	Derajat	55,7	50,2

Dapat dilihat dari tabel nilai dari hasil uji Direct Shear didapatkan untuk titik 1 nilai kohesi (c) dan nilai sudut geser yaitu pada titik 1 mendapatkan nilai kohesi sebesar 8,6690 kPa dan sudut geser sebesar 55,7°, lalu pada titik 2 mendapatkan nilai kohesi sebesar 7,5119 kPa dan sudut geser sebesar 50,2°.

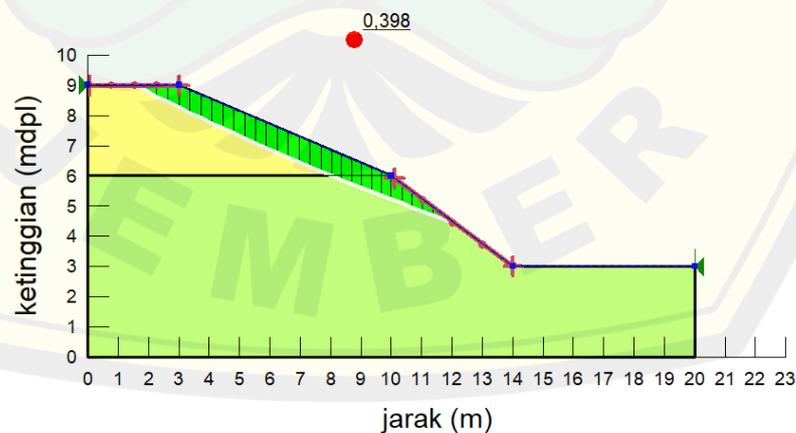
#### 4.2 Hasil Analisis Program Geoslope

Hasil dari permodelan lereng dengan memasukkan semua hasil uji laboratorium didapatkan nilai tegangan tahan geser (*shear resistance stress*) sebesar 346,4494 kPa, tegangan massa geser (*shear mass stress*) sebesar 31,81782 kPa dan nilai angka keamanan (*safety factor*) yang didapat sebesar 11,297. Dari hasil permodelan dapat dilihat bahwa jenis longsoran termasuk dalam tipe longsoran rayapan, di mana gerakan tanah ini merupakan gerakan tanah lambat dan ditandai dengan adanya retakan-retakan pada tanah.



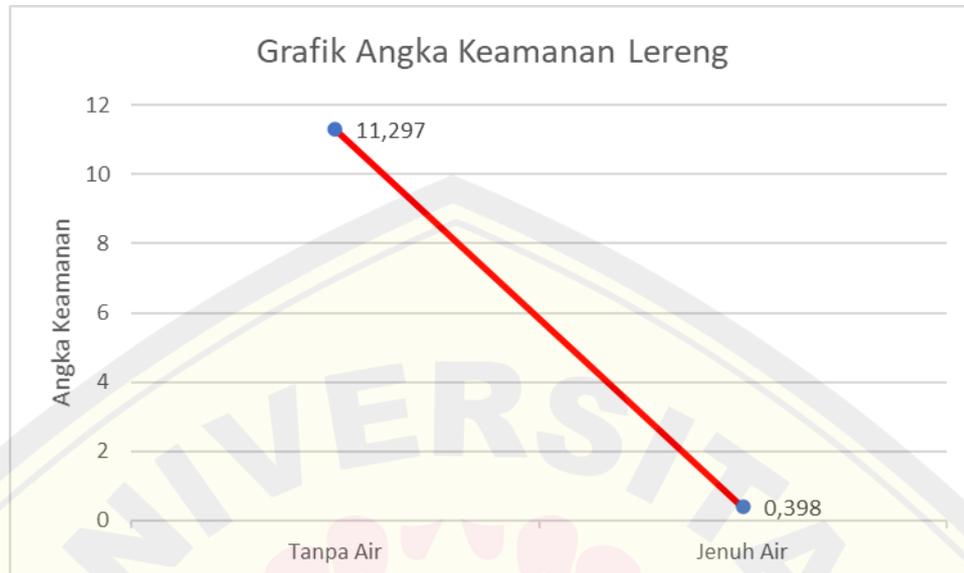
Gambar 4.3 Hasil Analisis Tidak Jenuh

Angka keamanan yang didapat adalah angka kondisi saat tidak ada peningkatan tekanan air yang mengakibatkan muka air tanah bertambah. Apabila adanya peningkatan tekanan air pori yang diakibatkan oleh adanya curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan kestabilan lereng menurun dikarenakan tegangan efektif tanah dan kuat geser tanah turun akibat adanya tekanan air pori (Silvianengsih, 2015). Hasil permodelan lereng saat adanya peningkatan muka air tanah didapatkan nilai *shear resistance stress* sebesar 4,165122 kPa, *shear mob stress* sebesar 10,46817 kPa dan nilai angka keamanan menjadi 0,398. Pada hasil permodelan dengan kondisi jenuh jenis longsor termasuk dalam jenis longsor aliran debris yang mana jenis longoran ini diakibatkan karena adanya peningkatan massa air.



Gambar 4.4 Hasil Analisis Kondisi Jenuh

Dapat dilihat dari grafik keamanan lereng, bisa dilihat perbedaan nilai keamanan saat tanah tidak jenuh air dan saat tanah jenuh air.



Gambar 4.5 Grafik Angka Keamanan Lereng

Dalam kondisi tanah tidak jenuh air nilai keamanan lereng sebesar 11,297 di mana nilai ini lebih besar dari 1,25 yang menandakan bahwa lereng dalam kondisi aman, namun saat tanah dalam kondisi jenuh dengan nilai keamanan sebesar 0,398 yang menandakan bahwa nilai ini kurang dari 1,25 di mana nilai ini memiliki arti bahwa kondisi lereng tidak dalam keadaan yang aman. Maka, untuk meminimalisir adanya longsor saat terjadinya musim hujan diperlukan adanya perkuatan tanah seperti dinding penahan tanah kantiliver, gabion, *segmental retaining wall*, gravity retaining wall, dan lain sebagainya.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari pembahasan yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka didapatkan kesimpulan dari hasil analisis stabilitas lereng menggunakan program *Geoslope* didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 11,297 pada saat tidak jenuh air di mana nilai ini lebih dari 1,25 yang menandakan bahwa lereng dalam keadaan aman terhadap longsor dan menjadi 0,398 saat adanya peningkatan tekanan air yang diakibatkan adanya curah hujan yang tinggi yang dapat menyebabkan terjadinya longsor karena nilai kestabilan lereng berada dibawah angka 1,25.

Dari hasil penelitian juga didapatkan bahwa jenis pergerakan tanah pada saat tidak dalam kondisi jenuh merupakan jenis longsoran rayapan, namun dapat berubah menjadi longsor aliran debris dikarenakan adanya peningkatan massa air pada saat musim hujan terjadi.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, penulis memberikan saran bahwa perlu adanya perkuatan pada lereng bisa berupa dinding penahan tanah seperti dinding penahan tanah kantiliver, gabion, *segmental retaining wall*, *gravity retaining wall*, dan lain sebagainya, untuk menahan dan mencegah terjadinya longsor karena ketidakstabilan lereng saat tanah dalam kondisi jenuh.

**DAFTAR PUSTAKA**

Aisah, E. & Gofar, N. (2022). Studi Pengaruh Curah Hujan Terhadap Stabilitas Lereng Menggunakan Program Perisi. *Jurnal Rekayasa Sipil*.

BNPB. (2011). Indeks Rawan Bencana Indonesia.

BNPB. (2015). Rencana Nasional Penanggulangan Bencana.

Craig, R.F. (1989). *Mekanika Tanah Edisi Keempat*. Diterjemahkan B.S. Soepandji. 1995. Jakarta: Erlangga.

Das, M. Braja. (1998). *Mekanika Tanah Jilid II*. Jakarta: Erlangga.

Muntohar, A.S. (2010). *Tanah Longsor Analisis-Prediksi-Mitigasi*. Yogyakarta: LP3M UMY.

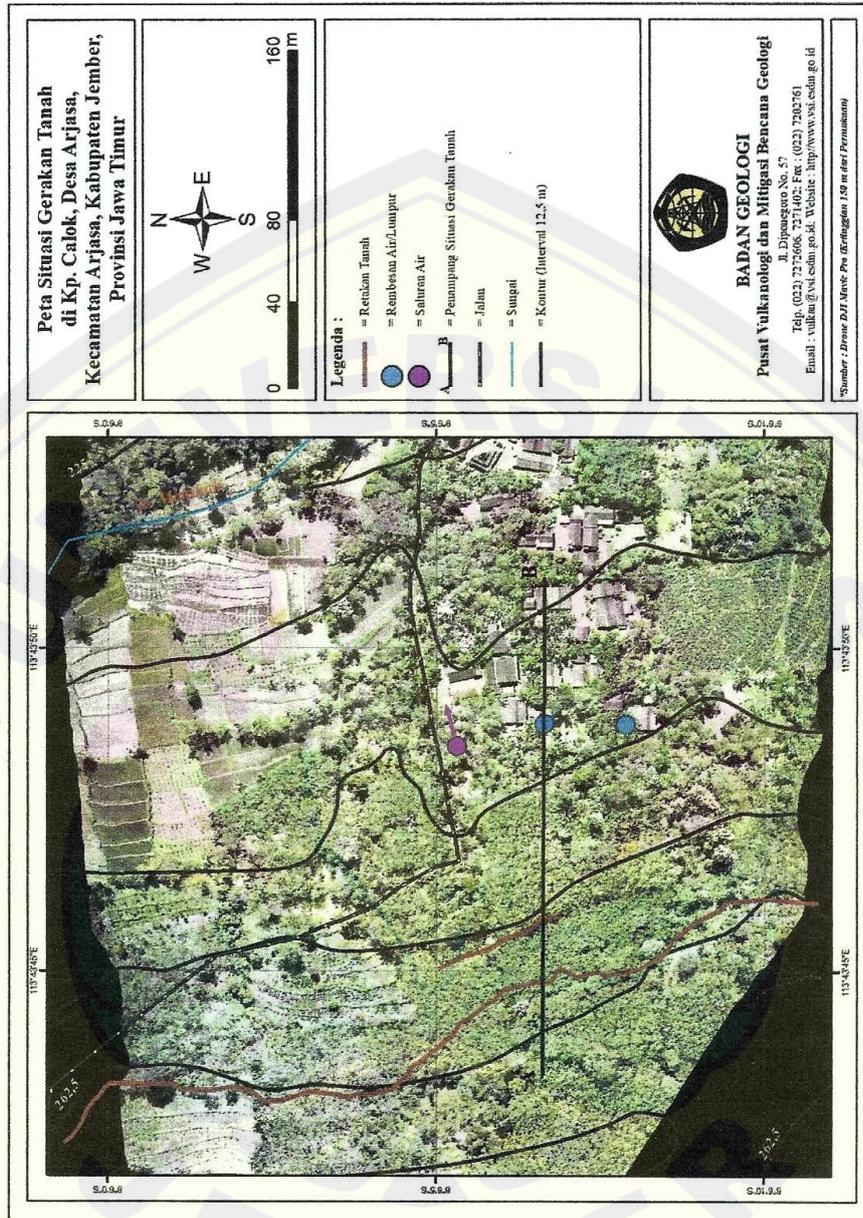
Manurung, R, et al. (2016). Analisis Stabilitas Lereng berdasarkan Hujan 3 Hari Berurutan di Das Tirtomoyo. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*.

Pangemanan, V.G.M. (2014). Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland). *Jurnal Sipil Statik*.

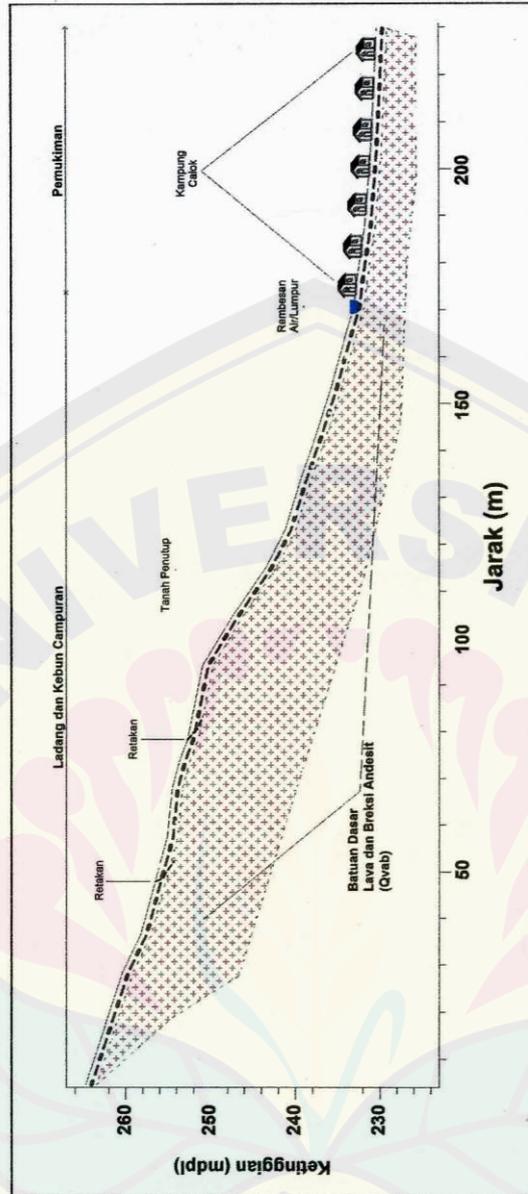
Yuniarti, H, et al. (2015). Kerawanan Bencana Tanah Longsor Kabupaten Ponorogo. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Peta Situasi Gerakan Tanah di Dusun Calok



Lampiran 1.2 Penampang Gerakan Tanah di Dusun Calok, Arjasa, Jember



Lampiran 1.3 Hasil Analisis Geoslope Kondisi Tidak Jenuh



Lampiran 1.4 Hasil Analisis Geoslope Kondisi Jenuh

