

**LAPORAN
PENELITIAN MANDIRI DOSEN**



**PENGARUH PERENDAMAN TANAH TERHADAP NILAI KOHESI DAN SUDUT
GESER INTERNAL PADA PERISTIWA KELONGSORAN LERENG**

RIZKAN MAULIDI ANSYARI, ST MT

NIDN 1129099002

Dr. SARI MARLINA, S.Hut, M.Si

NIDN 1110108091

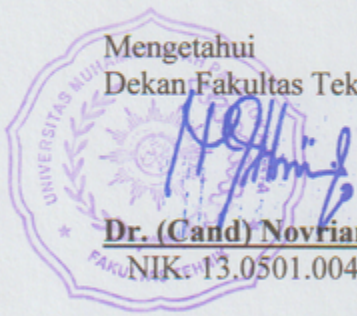
ACHMAD IMAM SANTOSO, ST, M.Ling

NIDN 1128069501

HENDRA PUTRA JAYA, ST. MT.

NIDN 1108068802

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL & LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALANGKARAYA
DESEMBER 2023**



Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik dan Informatika,

Dr. (Cand) Novrianti, S.T., M.T

NIK. 13.0501.004

Palangka Raya, 15 Desember 2023

Peneliti,

Rizkan Maulidi A, S.T., M.T

NIDN. 1129099002

Menyetujui,
Kepala LP2M UM Palangkaraya

Apt. Muhammad Rizki Fadhil Pratama, M.Si.

NIK. 15.0602.042

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN MANDIRI DOSEN**

Judul Penelitian : Pengaruh Perendaman Tanah Terhadap Nilai Kohesi Dan Sudut Geser Internal Pada Peristiwa Kelongsoran Lereng

Tema Penelitian : Geoteknik

Nama Ketua Peneliti : Rizkan Maulidi Ansyari, S.T., M.T

NIDN : 1129099002

Jabatan Fungsional : Tenaga Pengajar

Program Studi : Teknik Sipil

Nomor HP : 081348490006

Alamat email : rizkanmaulidi@gmail.com

Program Studi : Teknik Sipil

Nama Anggota 1 : Dr. Sari Marlina, S.Hut, M.Si

NIDN : 1110108091

Program Studi : Teknik Lingkungan

Nama Anggota 2 : Achmad Imam Santoso, ST, M.Ling

NIDN : 1128069501

Program Studi : Teknik Lingkungan

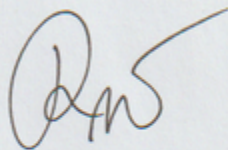
Nama Anggota 3 : Hendra Putra Jaya, ST. MT.

NIDN : 1108068802

Program Studi : Teknik Sipil

Biaya Penelitian : Rp. 10.000.000

Paraf Kaprodi Teknik Sipil,



Reza Zulfikar Akbar, ST, M.Sc

NIK. 21.0501.025

Laporan penelitian telah didata oleh prodi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN MANDIRI DOSEN	ii
RINGKASAN.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum	3
2.2 Jenis - Jenis Gerakan Tanah	4
2.2.1 Jatuhan (<i>Falls</i>)	4
2.2.2 Robohan (<i>Topples</i>).....	5
2.2.3 Longsoran (<i>Slides</i>).....	5
2.2.4 Sebaran (<i>Spreads</i>)	6
2.2.5 Aliran (<i>Flows</i>)	6
2.3 Lereng.....	7
2.3.1 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Terbentuknya Lereng....	7
2.3.2 Bentuk-Bentuk Lereng	8
2.4 Pola Keruntuhan Lereng.....	9
2.5 Stabilitas Lereng.....	10
2.5.1 Perhitungan Faktor Keamanan Lereng.....	11
2.6 Teori Uji Geser Di Laboratorium.....	12
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Umum.....	16
3.2. Pengambilan Sampel Tanah dan Data Lereng	16
3.3. Persiapan Bahan Uji	17
3.4. Pemeriksaan Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Asli	18
3.5. Pembuatan Model Rendaman.....	18
3.6. Pengujian Pengaruh Variasi Rendaman	19
3.7 Perhitungan <i>Safety Factor</i> dengan Metode Fellinius	19
3.8 Diagram Alir Penelitian	20
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Lok Buntar	21
4.1.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah Lok Buntar	21
4.1.2 Pengujian Sifat Mekanik Tanah Lok Buntar.....	23
4.2 Pengujian Pengaruh Variasi Rendaman	23
4.3 Perhitungan <i>Safety Factor</i> dengan Aplikasi Metode Fellinius.....	25
4.3.1 Nilai Faktor Keamanan Asli Tanah Lok Buntar	25
4.3.3 Nilai Faktor Keamanan Akibat Variasi Rendaman.....	27
4.4 Rangkuman Hasil dan Pembahasan	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	29

5.2 Saran.....	29
DAFTAR RUJUKAN.....	30
LAMPIRAN	32

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelongsoran tanah adalah salah satu permasalahan geoteknik yang sering terjadi di Indonesia. Iklim tropis di Indonesia yang terbagi menjadi dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan menjadi salah satu penyebab kelongSORAN tanah. Bencana tanah longsor biasa terjadi pada saat musim hujan dikarenakan meningkatnya intensitas curah hujan. Sedangkan pada musim kemarau, biasanya terjadi penguapan air di permukaan tanah dalam jumlah besar yang mengakibatkan timbulnya pori-pori atau rongga tanah sehingga terjadi retakan pada permukaan tanah. Dan ada saat musim hujan, air akan masuk ke retakan yang ada dipermukaan tanah sehingga kadar air pada tanah dan masa tanah akan bertambah. Retakan yang bertambah besar akibat penambahan kadar air dan masa tanah pada akhirnya akan membentuk sebuah bidang longsor (Hasrullah, 2009). Oleh karena itu kadar air dan retakan tanah menjadi salah satu faktor penyebab longSORAN tanah.

Pada peristiwa kelongSORAN lereng, retakan dan penambahan kadar air akan mempengaruhi pada kekuatan geser pada tanah. Retak pada tanah akan menghasilkan tanah yang tadinya memiliki nilai kohesi internal dan sudut gesek internal menjadi tanah yang hanya memiliki nilai sudut gesekan internal. Ini menunjukkan bahwa retakan akan menghasilkan kondisi tanah yang berperilaku seperti pasir (Hutagamissufardal, 2018). Kekuatan geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Kekuatan geser tanah sangat berperan dalam kestabilan suatu lereng. Dua hal yang berperan pada kuat geser tanah yaitu kohesi (c) dan sudut geser internal (ϕ). Hal yang sangat penting pada saat hilangnya kekuatan geser ditunjukkan oleh tanah ketika mengalami regangan geser yang besar. Kurva tegangan-regangan untuk tanah akan menunjukkan tegangan yang naik dan meningkatnya regangan ke nilai maksimum, setelah itu menurun dan mendekati nilai akhir yang mungkin jauh lebih sedikit daripada maksimum. Karena itu permukaan tanah yang retak dan dimasuki air cenderung berkembang secara progresif yang mengakibatkan hilangnya kekuatan geser tanah (Murthy, 2003).

Pengamatan di lapangan menemukan bahwa yang paling mungkin asumsi untuk terjadinya fenomena kelongSORAN lereng adalah bahwa lapisan tanah lereng telah retak sebelumnya seperti yang ditunjukkan pada Gambar I.1. Pada awalnya hanya retakan kecil dan dangkal, namun retakan menyebarkan lebih dalam ketika hujan lebat. Jika intensitas hujan

tinggi dan durasi curah hujan menjadi lebih lama, retakan di tanah menjadi lebih dalam dan retak akan menjadi bidang gelincir (Mochtar, 2011).



Gambar I.1 Penyebaran Retakan pada Lereng Akibat Hujan Lebat.
(Hutagamissufardal, 2018)

Berdasarkan latar belakang diatas penulis ingin mengetahui seberapa besar kadar air yang dapat menurunkan kekuatan geser tanah yang akan mengakibatkan keruntuhan lereng pada tanah. Tanah yang akan diteliti adalah tanah lempung Lok Buntar, yang nantinya akan periksa sifat fisis dan mekanisnya di laboratorium. Setelah itu tanah akan diberikan variasi nilai rendaman dan diuji kekuatannya. Variasi nilai rendaman tersebut akan menjadi parameter untuk menentukan besarnya kekuatan geser tanah yang diteliti.

Sedangkan model lereng yang akan menjadi acuan perhitungan faktor keamanan adalah salah satu lereng pada ruas jalan di Muara Teweh – Benangin - Batas Provinsi Kaltim. Bentuk lereng ini akan diberikan properti tanah dan dianalisis seberapa besar pengaruh retakan terhadap nilai faktor keamanan kestabilan lereng dengan menggunakan metode Fellinius.

Diharapkan penelitian ini dapat mengetahui seberapa besar pengaruh rendaman terhadap nilai kohesi dan sudut geser internal pada peristiwa kelongsoran lereng dengan model lereng diatas.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang teridentifikasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh rendaman terhadap nilai kohesi (c) dan terhadap nilai sudut geser internal tanah (ϕ)?
2. Bagaimana pengaruh perubahan nilai kohesi (c) dan nilai sudut geser internal tanah (ϕ) terhadap faktor keamanan (FK) lereng?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis seberapa besar pengaruh rendaman pada nilai kohesi (c) dan nilai sudut geser internal tanah (ϕ).
2. Menganalisis pengaruh nilai kohesi (c) dan nilai sudut geser internal tanah (ϕ) terhadap faktor keamanan (FK) lereng.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa batasan sebagai berikut:

1. Tanah yang digunakan di laboratorium adalah tanah lempung Lok Buntar, Kabupaten Banjar.
2. Pengujian untuk pengaruh rendaman adalah pengujian *direct shear* dengan sampel yang direndam dengan variasi waktu 2 jam, 3 jam dan 4 jam perendaman.
3. Bidang longsoran yang dianalisa adalah bidang longsoran pada proyek penanganan longsoran ruas jalan Muara Teweh – Benangin – Batas Provinsi Kaltim dengan lereng dengan ketinggian 25 meter dan tanah dianggap homogen.
4. Perhitungan faktor keamanan (FK) lereng menggunakan metode Fellenius dengan 6 sayatan.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan pada pengaplikasian di lapangan dapat membantu dalam tindakan preventif sebelum terjadinya longsor dan mampu menambah literasi dalam penanganan longsoran pada tanah lempung yang sifat fisik dan mekanisnya menyerupai tanah lempung Lok Buntar, Kabupaten Banjar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Gerakan tanah merupakan suatu massa tanah yang bergerak dari atas kebawah disepanjang lereng. Gerakan ini terjadi apabila gaya-gaya yang menahan (*resisting force*)

massa tanah di lereng lebih kecil dari pada gaya yang mendorong atau meluncurkan tanah di sepanjang lereng.

Gaya yang menahan massa tanah di sepanjang lereng dipengaruhi oleh kedudukan muka air tanah, sifat fisik/mekanisme tanah terutama daya ikat tanah dan sudut geser tanah yang bekerja di sepanjang bidang luncuran. Gaya pendorong tersebut dipengaruhi diantaranya oleh kandungan air, beban bangunan, dan massa tanah.

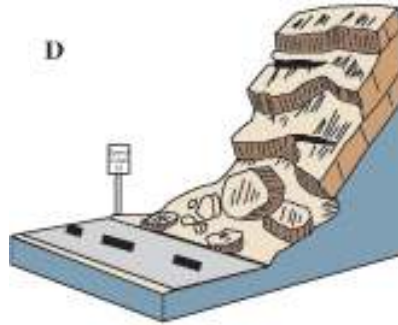
2.2 Jenis - Jenis Gerakan Tanah

Gerakan massa tanah (*mass movement*) merupakan gerakan massa tanah yang besar disepanjang bidang longsor kritisnya. Menurut Cruden dan Varnes dalam Hardiyatmo (2006) karakteristik gerakan massa pembentuk lereng dapat dibagi menjadi lima macam:

1. Jatuhan (*falls*)
2. Robohan (*topples*)
3. Longsoran (*slides*)
4. Sebaran (*spreads*)
5. Aliran (*flows*)

2.2.1 Jatuhan (*Falls*)

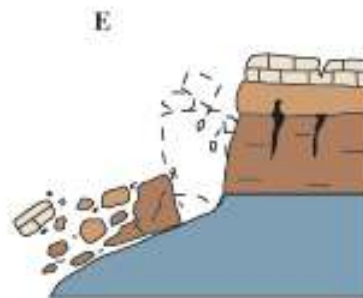
Jatuhan merupakan jenis gerakan tanah lempung yang terjadi bila air hujan mengisi retakan di puncak sebuah lereng yang terjal. Jatuhan yang disebabkan oleh retakan yang dalam umumnya runtuh miring ke belakang, sedangkan untuk retakan yang dangkal rutuhnya ke depan. Jatuhan batuan dapat terjadi pada semua jenis batuan dan umumnya terjadi karena pelapukan, perubahan tempetatur, tekanan air atau penggalian bagian bawah lereng. Jatuhan terjadi di sepanjang kekar, bidang dasar atau zona patahan lokal. Sampai saat ini tidak ada metoda yang cocok untuk menganalisis stabilitas lereng dengan tipe jatuhan. Jatuhan adalah jatuhan atau massa batuan bergerak melalui udara, termasuk gerak jatuh bebas, meloncat dan penggelindingan bongkah batu dan bahan rombakan tanpa banyak bersinggungan satu dengan yang lain. Termasuk jenis gerakan ini adalah runtunan (urug, lawina, *avalanche*) batu, bahan rombakan maupun tanah.



Gambar II.1 Jatuhan (*falls*) (USGS,2004)

2.2.2 Robohan (*Topples*)

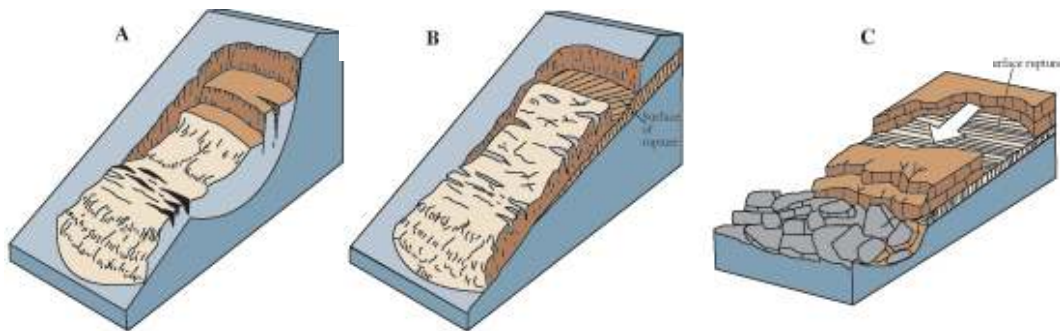
Robohan adalah gerakan material roboh dan biasanya terjadi pada lereng batuan yang sangat terjal sampai tegak yang mempunyai bidang-bidang ketidakhomogenan yang relatif vertikal. Tipe gerakan ini hampir sama dengan jatuhan, hanya gerakan batuan longsor adalah mengguling hingga roboh, yang berakibat batuan lepas dari permukaan lerengnya. Faktor utama yang menyebabkan robohan, adalah seperti halnya kejadian jatuhan batuan, yaitu air yang mengisi retakan.



Gambar II.2 Robohan (*Topples*) (USGS,2004)

2.2.3 Longsor (*Slides*)

Longsor adalah gerakan material pembentuk lereng yang diakibatkan oleh terjadinya kegagalan geser, di sepanjang satu atau lebih bidang longsor. Massa tanah yang bergerak bisa menyatu atau terpecah-pecah. Longsor juga terbagi menjadi beberapa jenis diantaranya adalah longsor rotasi, longsor translasi dan kelongsoran blok.



Gambar II.3 Jenis-Jenis Longsoran (*Slides*) (USGS,2004)

2.2.4 Sebaran (*Spreads*)

Sebaran merupakan kombinasi dari meluasnya massa tanah dan turunnya massa batuan dan terpecah-pecah ke dalam material lunak di bawahnya.



Gambar II.4 Sebaran (*Spreads*) (USGS,2004)

2.2.5 Aliran (*Flows*)

Aliran adalah gerakan dari material yang telah hancur ke bawah lereng dan mengalir seperti cairan kental. Alirannya sering terjadi dalam bidang geser relatif sempit. Material yang terbawa oleh aliran biasanya terdiri dari berbagai macam partikel tanah (termasuk batu-batu besar), kayu, ranting, dan lain-lain. Adapun jenis-jenis dari aliran adalah:

1. Aliran tanah (*earth flow*)

Adalah aliran yang terjadi pada tanah lempung dan lanau sehabis hujan lebat.

2. Aliran lumpur (*mud flow*)

Adalah aliran yang biasanya terjadi pada kemiringan 5 sampai 15 derajat pada tanah lempung yang padat dan retak-retak di antara lapisan-lapisan pasir yang bertekanan air pori tinggi.

3. Aliran debris (*debris flow*)

Merupakan aliran yang biasa terjadi pada material berbutir kasar misalnya pada lereng yang kering dimana tidak ditumbuhi pepohonan.

4. Aliran Longsoran (*flow slide*)

Gerakan material pembentuk lereng akibat likuifaksi pada lapisan pasir halus atau lanau yang tidak padat dan umumnya terjadi pada lereng bagian bawah.



Gambar II.5 Jenis-jenis Aliran (*Flows*) (USGS,2004)

2.3 Lereng

Lereng adalah suatu permukaan alam di suatu beda tinggi apabila beda tinggi dua tempat tersebut dibandingkan jarak lurus mendatar sehingga diperoleh besarnya kelerengan (*slopes*). Lereng merupakan parameter topografi yang terbagi dalam dua bagian, yaitu kemiringan lereng dan beda tinggi relief. Dimana kedua bagian tersebut besar pengaruhnya terhadap penilaian suatu lahan kritis, yaitu suatu lahan yang karena tidak sesuainya kemampuan dan penggunaan lahan dapat merusak lahan secara fisik, kimia dan biologi, sehingga akan membahayakan fungsi hidrologi, produksi, pertanian, dan pemukiman yang dapat menimbulkan erosi dan longsoran didaerah hulu serta sedimentasi dan banjir didaerah hilir atau daratan.

2.3.1 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Terbentuknya Lereng

- a. Faktor yang bersifat aktif, antara lain:
 1. Berkurangnya daya tahan suatu tanah terhadap adanya suatu erosi.
 2. Adanya pembebanan misalnya oleh air hujan, bangunan sehingga bobot dari massa batuan atau tanah menjadi lebih besar.
- b. Faktor yang bersifat pasif, antara lain:
 1. pengaruh iklim (tropis, subtropis, sedang dan dingin)
 2. keadaan litologi (batuan beku, batuan *sediment*, dan batuan *metamorf*)
 3. keadaan stratigrafi (urut-urutan lapisan batuan)
 4. keadaan struktur geologi (daerah sesar dan lipatan)

5. keadaan vegetasi

2.3.2 Bentuk-bentuk Lereng

a. Lereng alam (*natural slope*)

Lereng alam terbentuk karena proses alam, material yang terbentuk memiliki kecenderungan tergelincir terbawa beratnya sendiri dan gaya-gaya luar yang ditahan oleh kuat geser tanah dan material. Gangguan terhadap kesetabilan terjadi bilamana tahanan geser tanah tidak dapat mengimbangi gaya-gaya yang menyebabkan gelincir pada bidang longsor.

b. Lereng buatan (*man made slope*)

1. Lereng buatan dari tanah asli.

Lereng dibuat dari tanah asli dengan memotong kemiringan, kestabilan pemotongan ditentukan oleh kondisi geologi, sifat teknis tanah, tekanan akibat rembesan dan cara pemotongan.

2. Lereng buatan dari tanah asli yang dipadatkan (lereng timbunan).

Tanah dipadatkan untuk tanggul-tanggul jalan raya dan bendungan pada kereta api. Sifat teknis timbunan dipengaruhi oleh cara penimbunan dan derajat kepadatan tanah.

Untuk lereng timbunan dibedakan menjadi beberapa kondisi:

a. Timbunan tanah tak berkohesi di atas lapisan tanah kokoh. Kestabilan dari lereng timbunan tak berkohesi tergantung pada:

- sudut geser dalam dari bahan timbunan
- kemiringan lereng
- tekanan air pori

b. Timbunan tanah berkohesi di atas lapisan tanah kokoh. Kestabilan dari lereng timbunan berkohesif seperti lempung, pasir kelempungan dan lanau kelempungan tergantung pada :

- kuat geser tanah timbunan
- berat isi tanah timbunan
- tekanan air pori

- c. Timbunan dilaksanakan diatas tanah lembek. Kestabilan lereng timbunan tergantung pada:
- kuat geser tanah timbunan
 - berat isi tanah timbunan
 - tinggi timbunan kemiringan lereng kuat geser tanah dasar

2.4 Pola Keruntuhan Lereng

Gaya-gaya gravitasi dan rembesan (*seepage*) cenderung menyebabkan ketidakstabilan (*instability*) pada lereng alami (*natural slope*), pada lereng yang dibentuk dengan cara penggalian, pada lereng tanggul serta bendungan tanah (*earth dams*) (Craig, 1989).

Ada beberapa jenis tipe keruntuhan dalam dunia teknik sipil diantaranya, kelongsoran rotasi (*rotational slip*) bentuk permukaan runtuh/longsoran pada potongannya dapat berupa busur lingkaran (*circular arc*) atau kurva bukan lingkaran.

Pada umumnya kelongsoran berhubungan dengan kondisi tanah homogen dan kelongsoran bukan lingkaran berhubungan dengan kondisi tanah tidak homogen. Kelongsoran translasi (*translational slip*) dan kelongsoran gabungan (*combination slip*) terjadi bila bentuk permukaan runtuh dipengaruhi oleh adanya kekuatan geser yang berbeda pada lapisan tanah yang berbatasan. Kelongsoran translasi cenderung terjadi bila lapisan tanah yang berbatasan berada dalam kedalaman yang relatif dangkal di bawah permukaan lereng dimana permukaan runtuhnya akan berbentuk bidang dan hampir sejajar dengan lereng. Kelongsoran gabungan biasanya terjadi bila lapisan tanah yang berbatasan berada pada kedalaman yang lebih geser, dan permukaan runtuhnya terdiri dari bagian - bagian lengkung dan bidang (Craig, 1989). Infiltrasi air hujan terhadap lereng permukaan phreatic terbentuk oleh aliran paralel ke rintangan drainase (*drainage barrier*). Untuk hujan yang intens, muka air tanah naik dengan cepat ke permukaan tanah karena tanah kondisinya mendekati kondisi jenuh (*near-saturated condition*) dalam zona tidak jenuh. Kondisi ini menyebabkan kenaikan tekanan pori secara tiba-tiba yang gilirannya akan menurunkan tahanan geser tanah. Pada akhirnya faktor keamanan lereng menurun dan menyebabkan keruntuhan permukaan (*failure surface*). Mekanismenya infiltrasi air menyebabkan terjadinya *negative pore pressure* pada *unsaturated soils*. Terjadi penurunan tegangan efektif pada permukaan tanah potensial sehingga terjadi penurunan kekuatan tanah sampai pada kondisi keseimbangan tidak dapat dipertahankan.

Kegagalan lereng dangkal sering terjadi selama atau sesudah hujan yang cukup intens. Karena kesulitan menentukan tekanan air pori pada saat kegagalan lereng, air yang meresap ke dalam tanah yang mengakibatkan kenaikan tekanan air pori secara tiba-tiba dan efek lanjutannya adalah pengurangan kekuatan geser tanah. Mencegah masuknya air pada lereng maupun *embankment* merupakan hal yang sangat penting dan merupakan langkah yang pertama dalam mengurangi kegagalan lereng.

2.5 Stabilitas Lereng

Dari beberapa bentuk lereng dan beberapa pola keruntuhan lereng yang ada, kita harus periksa dan mengadakan penilaian terhadap lereng tersebut. Dengan demikian stabilitas lereng akan terjaga stabilitas lereng dalam arti yang lugas merupakan kemantapan dan kekokohan sebuah lereng berdiri, dengan gaya yang terjadi padanya, baik gaya vertikal maupun gaya horisontal. Sebuah lereng dikatakan stabil apabila terjadi keseimbangan antara gaya yang menyebabkan lereng tersebut bergeser dengan gaya yang melawan gaya geser tersebut.

Dan beberapa kasus kestabilan sebuah lereng berhubungan erat dengan kekuatan geser sebuah tanah didefinisikan sebagai tahanan maksimum dari tanah terhadap tegangan geser di bawah suatu kondisi yang bersangkutan dengan sifat-sifat drainase tanah (Smith, 1984). Kekuatan geser suatu tanah atau bahan tergantung pada gaya yang bekerja antar butirannya.

Secara umum faktor keamanan suatu lereng merupakan perbandingan nilai rata-rata kuat geser tenaga atau batuan di sepanjang bidang keruntuhan kritisnya terhadap beban yang diterima lereng di sepanjang bidang keruntuhannya.

Mengingat lereng terbentuk oleh material yang sangat beragam dan banyak faktor ketidak-pastian, maka dalam mendesain suatu penanggulangan selalu dilakukan penyederhanaan dengan berbagi asumsi. Secara teoritis massa yang bergerak dapat dihentikan dengan menaikkan faktor keamanannya.

Faktor penyebab yang mempengaruhi terjadinya longsoran ditentukan oleh menurunnya faktor keamanan kemantapan lereng sehingga menjadi kurang dari batas keseimbangan. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan kriteria faktor keamanan adalah resiko yang dihadapi, kondisi beban dan parameter yang digunakan dalam melakukan analisis kemantapan lereng. Resiko yang dihadapi dibagi menjadi tiga yaitu: tinggi, menengah, dan rendah. Dalam analisis harus dipertimbangkan kondisi beban yang menyangkut gempa dan tanpa gempa (normal).

Dasar pemikiran umum batas keseimbangan adalah faktor keamanan (FK) lereng terhadap keruntuhan (kelongsoran) tergantung pada angka perbandingan antar kuat geser tanah dan tegangan geser yang bekerja yang dinyatakan dengan persamaan:

$$FK = \frac{\text{kuat geser tanah}}{\text{tegangan geser yang bekerja}} \quad (1)$$

Jika:

FK < 1 Lereng tidak stabil

FK = 1 Lereng dalam keadaan kritis artinya dengan sedikit gangguan atau tambahan momen penggerak maka lereng menjadi tidak stabil.

FK > 1 Lereng dalam keadaan stabil

2.5.1 Perhitungan Faktor Keamanan Lereng

Faktor Keamanan (FK) lereng tanah dapat dihitung dengan berbagai metode. Longsoran dengan bidang gelincir (*slip surface*), FK dapat dihitung dengan metoda sayatan (*slice method*) menurut Fellenius atau Bishop. Untuk suatu lereng dengan penampang yang sama, cara Fellenius dapat dibandingkan nilai faktor keamanannya dengan cara Bishop. Dalam mengantisipasi lereng longsor, sebaiknya nilai FK yang diambil adalah nilai FK yang terkecil, dengan demikian antisipasi akan diupayakan maksimal. Data yang diperlukan dalam suatu perhitungan sederhana untuk mencari nilai FK (faktor keamanan lereng) adalah sebagai berikut :

- a. Data lereng (terutama diperlukan untuk membuat penampang lereng) meliputi:
 - sudut lereng, tinggi lereng, atau panjang lereng dari kaki lereng ke puncak lereng.
- b. Data mekanika tanah
 - sudut geser dalam (ϕ ; derajat)
 - bobot satuan isi tanah basah (γ_{wet} ; g/cm³ atau kN/m³ atau ton/m³)
 - kohesi (c; kg/cm² atau kN/m² atau ton/m²)
 - kadar air tanah (ω ; %)

Data mekanika tanah yang diambil sebaiknya dari sampel tanah tak terganggu. Kadar air tanah (ω) diperlukan terutama dalam perhitungan yang menggunakan komputer (terutama bila memerlukan data γ_{dry} atau bobot satuan isi tanah kering, yaitu : $\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega)$). Pada lereng yang dipengaruhi oleh muka air tanah nilai FK (dengan metoda sayatan, Fellenius) adalah sebagai berikut:

$$FK = \frac{cL + \tan \varphi \sum (W_i \cos \alpha_i - \mu_i \times l_i)}{\sum (W_i \sin \alpha_i)} \quad (2)$$

Keterangan :

c = kohesi (kN/m^2)

φ = sudut geser dalam (derajat)

α = sudut bidang gelincir pada tiap sayatan (derajat)

μ = tekanan air pori (kN/m^2)

l = panjang bidang gelincir pada tiap sayatan

(m); L = jumlah panjang bidang gelincir

$\mu_i \times l_i$ = tekanan pori di setiap sayatan (kN/m)

W = luas tiap bidang sayatan (m^2) X bobot satuan isi tanah (γ , kN/m^3)

Pada lereng yang tidak dipengaruhi oleh muka air tanah, nilai FK adalah sebagai berikut:

$$FK = \frac{cL + \tan \varphi \sum (W_i \cos \alpha_i)}{\sum (W_i \sin \alpha_i)} \quad (3)$$

2.6 Teori Uji Geser di Laboratorium

Kekuatan geser tanah merupakan perlawanan internal tanah tersebut per satuan luas terhadap keruntuhan atau pergeseran sepanjang bidang geser dalam tanah yang dimaksud. Uji geser langsung merupakan pengujian yang sederhana dan langsung. Pengujian dilakukan dengan menempatkan contoh tanah ke dalam kotak geser. Kotak ini terbelah, dengan setengah bagian yang bawah merupakan bagian yang tetap dan bagian atas mudah bertranslasi. Kotak

ini tersedia dalam beberapa ukuran, tetapi biasanya mempunyai diameter 6 cm atau bujur sangkar 5,0 x 5,0 cm . Contoh tanah secara hati-hati diletakkan di dalam kotak, sebuah blok pembebanan, termasuk batu-batu berpori bergigi untuk drainase yang cepat, diletakkan di atas contoh tanah. Kemudian suatu beban normal P_v dikerjakan. Kedua bagian kotak ini akan menjadi sedikit terpisah dan blok pembebanan serta setengah bagian atas kotak bergabung menjadi satu.

Kuat geser sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain:

- a. Tekanan efektif atau tekanan antar butir.
- b. Kemampuan partikel atau kerapatan
- c. Saling keterkuncian antar partikel jadi, partikel-partikel yang bersudut akan lebih saling terkunci dan memiliki kuat geser yang lebih tinggi yang lebih besar) daripada partikel-partikel yang bundar seperti pada tebing-tebing.
- d. Sementasi partikel, yang terjadi secara alamiah atau buatan.
- e. Daya tarik antar partikel atau kohesi.

Perhitungan pada pengujian kuat geser langsung:

- a. Hitung gaya geser Ph :

$$Ph = \text{bacaan arloji} \times \text{kalibrasi proving ring}$$

- b. Hitung kekuatan geser (τ)

$$\tau = \frac{Ph}{Ac}$$

(17)

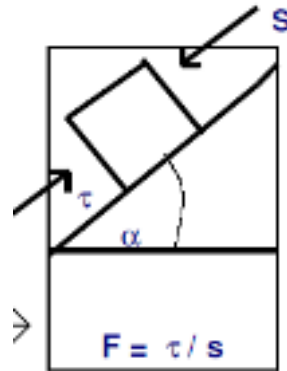
- c. Hitung tegangan normal (σ_n)

$$\sigma_n = \frac{P_v}{Ac}$$

(18)

- d. Gambarkan grafik hubungan $\Delta B/B$ versus τ , kemudian dari masing-masing benda uji dapatkan τ_{\max}
- e. Gambarkan garis lurus melalui titik-titik hubungan τ versus σ_n dapatkan pula parameter c dan ϕ .
- f. Untuk mendapat parameter c dan ϕ dapat diselesaikan dengan cara matematis (persamaan regresi linear). Rumus kekuatan geser :

$$\tau = \sigma_n \tan \phi + c \quad (19)$$

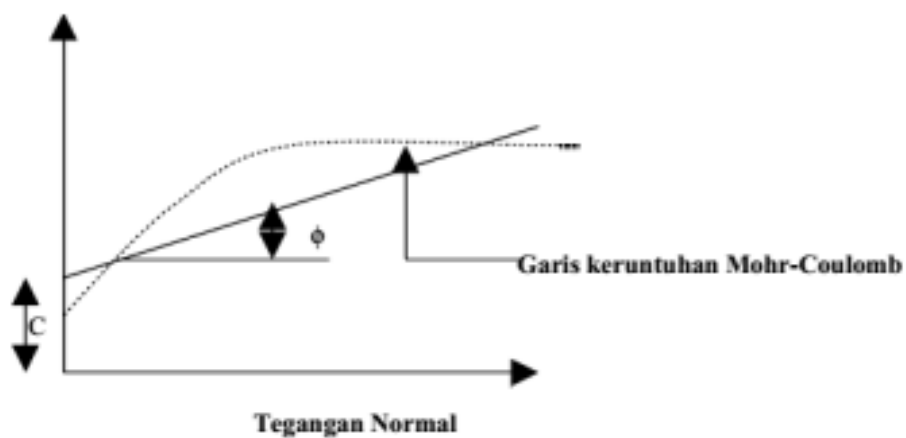


Gambar II.9 Diagram Bidang Longsor (Shirley, 1994)

Kekuatan geser tanah dapat dianggap terdiri dari dua bagian atau komponen, yaitu:

- a. Gesekan dalam, yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.
- b. Kohesi yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatannya tanah pada umumnya digolongkan sebagai berikut:
 - Tanah berkohesi atau berbutir halus (misal lempung)
 - Tanah tidak berkohesi atau berbutir kasar (misal pasir)
 - Tanah berkohesi-gesekan, ada c dan ϕ (misal lanau)

Hubungan persamaan ini digambarkan pada kurva berikut ini :



Gambar II.10 Kurva Hubungan Persamaan Kuat Geser Tanah (Shirley, 1994)

Tergantung dari jenis alatnya, uji geser ini dapat dilakukan dengan cara tegangan geser terkendali, dimana penambahan gaya geser dibuat konstan dan diatur atau dengan cara regangan terkendali dimana kecepatan geser yang diatur.

Kelebihan pengujian dengan cara regangan-terkendali adalah pada pasir padat, tahanan geser puncak (yaitu pada saat runtuh) dan juga pada tahanan geser maksimum yang lebih kecil (yaitu pada titik setelah keruntuhan terjadi) dapat diamati dan dicatat pada uji tegangan-terkendali, hanya tahanan geser puncak saja yang dapat diamati dan dicatat. Juga harus diperhatikan bahwa tahanan geser pada uji tegangan-terkendali besarnya hanya dapat diperkirakan saja. Ini disebabkan keruntuhan terjadi pada tingkat tegangan geser sekitar puncak antara penambahan beban sebelum runtuh sampai sesudah runtuh.

Pada pengujian tertentu, tegangan normal dapat dihitung sebagai berikut:

$$\sigma_n = \text{Tegangan Normal} = \frac{\text{Gaya Normal}}{\text{Luas Penampang Lintang Sampel Tanah}}$$

$$\tau = \text{Tegangan Geser} = \frac{\text{Gaya Geser melawan gerakan}}{\text{Luas Penampang Lintang Sampel Tanah}}$$

Harga-harga yang umum dari sudut geser internal kondisi drained untuk pasir dan lanau dapat dilihat pada Tabel II.1.

Tabel II.1 Nilai Sudut Geser Dalam Sesuai Tipe Tanah (Shirley, 1994)

TIPE TANAH	SUDUT GESER DALAM (ϕ)°
Pasir: butiran bulat	
Renggang/lepas	27-30
Menengah	30-35
Padat	35-38
Pasir: butiran bersudut	
Renggang/lepas	30-35

Menengah	35-40
Padat	40-45
Kerikil bercampur pasir	34-48
Lanau	26-35

BAB III

METODE PENELITIAN

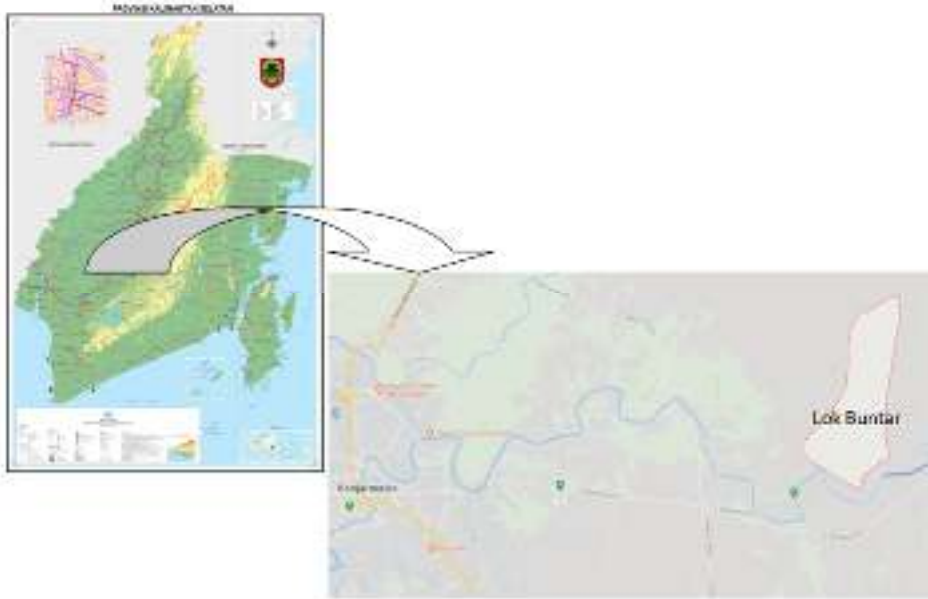
3.1 Tinjauan Umum

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perendaman terhadap kekuatan lereng. Adapun tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian yang dilakukan adalah:

1. Pekerjaan lapangan/pengambilan contoh tanah (sampel tanah),
2. Persiapan bahan dan alat,
3. Pemeriksaan sifat fisik dan sifat mekanik tanah asli,
4. Uji geser tanah langsung dalam keadaan tidak terendam,
5. Uji geser tanah langsung setelah perendaman dengan variasi waktu dan
6. Perhitungan nilai faktor keamanan dengan nilai kohesi dan sudut geser dalam hasil pengujian geser tanah langsung dengan metode Fellinius.

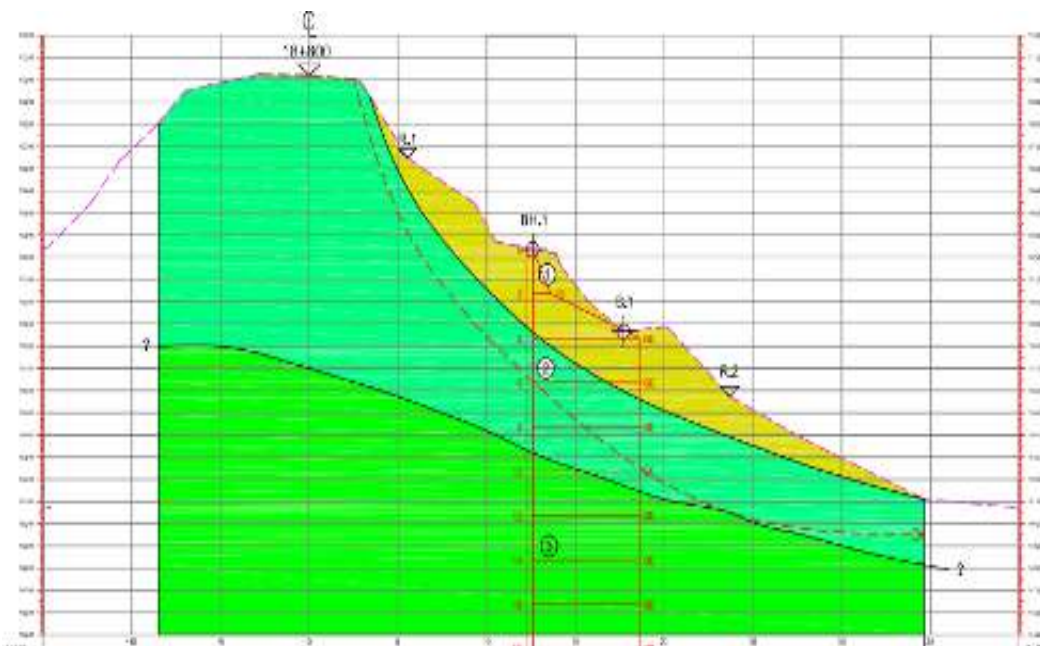
3.2 Pengambilan Sampel Tanah dan Data Lereng

Pekerjaan lapangan adalah pengambilan sampel tanah. Sampel tanah yang diambil adalah tanah tak terganggu (*undisturbed soil sample*) untuk pengujian sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah. Sampel tanah diambil dari Desa Lok Buntar Kecamatan Sei Tabuk, Kabupaten Banjar provinsi Kalimantan Selatan. Sampel diambil satu meter dibawah permukaan tanah. Sedangkan data lereng lapangan adalah model lereng yang akan dijadikan contoh untuk mengetahui bagaimana pengaruh perubahan nilai kekuatan geser tanah yang diakibatkan oleh retakan dan kadar air terhadap model lereng. Bentuk lereng yang akan diambil adalah salah satu lereng pada Paket Penanganan Longsor Muara Teweh – Benangin – Batas Kaltim tahun 2019.



Gambar III.1

Lokasi Pengambilan Sampel Tanah (*Google Map, 2019*)



Gambar III.2 *Cross Section* Tipikal Lereng (KemenPUPR 2018)

3.3 Persiapan Bahan Uji

Persiapan bahan yang digunakan pada penelitian ini, sebagai berikut:

1. Tanah, sampel tanah yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah tanah lempung Lok Buntar, Kalimantan Selatan.
2. Sampel tanah yang diambil akan dijadikan dua kategori yaitu untuk pengujian sifat fisis-mekanis asli tanah dan pengujian pengaruh variasi rendaman.

3. Jumlah sampel untuk pemeriksaan pengaruh rendaman adalah 4 buah untuk tiap uji.
4. Sampel tanah akan diuji labolatorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

3.4 Pemeriksaan Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Asli

Pemeriksaan sifat fisik dan mekanik tanah asli meliputi:

1. Sifat fisik, yaitu:
 - a. Kadar air (*water content*),
 - b. Berat jenis (*specific grafity*),
 - c. Batas cair (*liquid limit*),
 - d. Batas plastis (*plastis limit*), dan
 - e. Batas susut (*shrinkage limit*).
2. Sifat mekanik, yaitu pengujian kuat geser langsung (*direct shear*)

3.5 Pembuatan Model Rendaman

Adapun cara pembuatan model rendaman sebagai berikut:

1. Tanah yang digunakan untuk uji pengaruh retakan adalah tanah dengan sifat fisik asli.
2. Masukkan benda uji ke dalam cincin pemeriksaan yang telah terkunci menjadi satu dan pemberian retakan dengan memotong sampel sejajar bidang geser dengan benang besi.
3. Untuk uji pengaruh rendaman, sampel akan direndam dengan durasi yang bervariasi lalu dilakukan uji geser langsung (Direct Shear)
4. Perendaman sampel dilakukan setelah sampel tanah dikeluarkan dari tabung dengan ekstruder dan dimasukkan kedalam ring.
5. Sampel tanah yang sudah dimasukkan kedalam ring direndam di baskom dengan variasi perendaman yaitu 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Mengacu pada durasi hujan di Indonesia.

Pemotongan benda uji tanah dapat menggunakan benang besi, skema pemberian retakan 25% dan 50% dapat dilihat pada Gambar III.3 dan skema pemberian retakan 75% dan 100% dapat dilihat pada Gambar III.4.

3.6 Pengujian Pengaruh Variasi Rendaman

Pengujian pengaruh variasi rendaman menggunakan pengujian kekuatan geser tanah langsung. Hasil yang diinginkan adalah nilai kohesi (C) dan sudut geser dalam (ϕ) pada tiap variasi rendaman.

3.7 Perhitungan *Safety Factor* dengan Metode Fellenius

Faktor Keamanan (FK) lereng tanah dapat dihitung dengan berbagai metode. Longsor dengan bidang gelincir (*slip surface*), FK dapat dihitung dengan metoda sayatan (*slice method*) menurut Fellenius atau Bishop. Dalam mengantisipasi lereng longsor, sebaiknya nilai FK yang diambil adalah nilai FK yang terkecil, dengan demikianantisipasi akan diupayakan maksimal. Dari berbagai percobaan perhitungan, metode Fellenius menunjukkan hasil faktor keamanan yang lebih kecil. Oleh karena itu metode ini dipakai untuk perhitungan faktor keamanan pada penelitian ini.

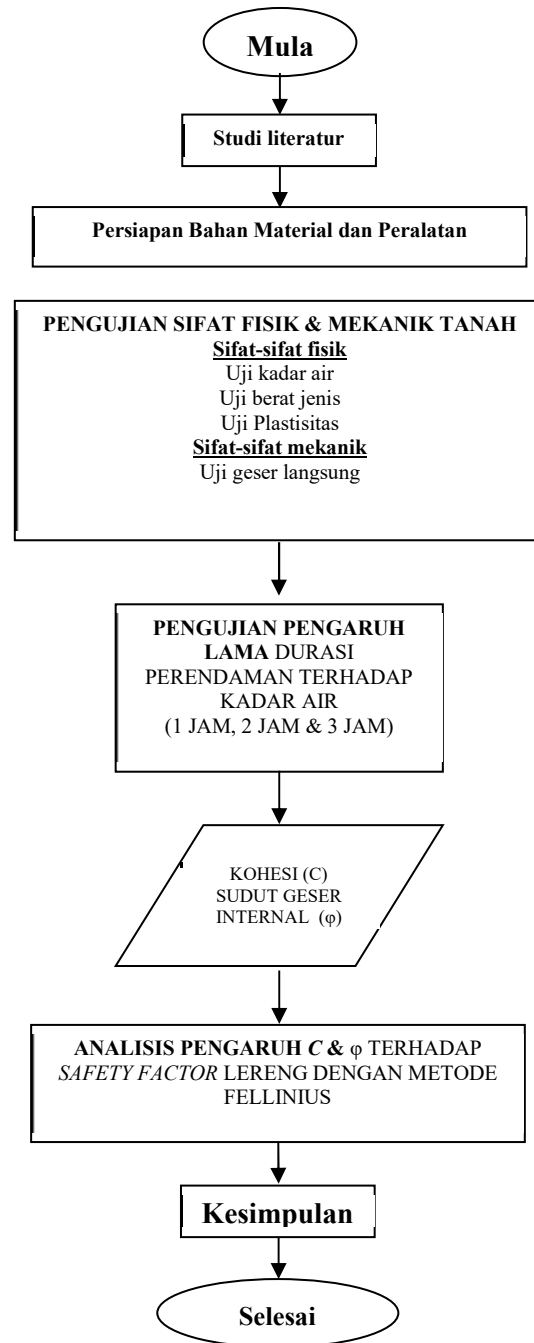
Adapun cara perhitungan *safety factor* dengan metode Fellenius sebagai berikut:

1. Model lereng yang dijadikan acuan untuk perhitungan faktor keamanan digambarkan sesuai atribut yang dimiliki seperti: tinggi lereng, lebar lereng dan perkiraan bidang longsor.
2. Bidang longsor yang telah diperkirakan akan dibagi menjadi beberapa bidang sayatan. Pada penelitian ini akan dibagi menjadi 6 bidang sayatan.
3. Tiap bidang sayatan dihitung luasnya dan dikalikan dengan bobot satuan isi tanah (γ , kN/m³) dan didapatkan nilai berat bidang sayatan (W , kN/m³).
4. Selanjutnya dihitung panjang bidang sayatan (l , m) dan dijumlahkan untuk mendapatkan nilai panjang bidang longsor (L , m).
5. Menghitung sudut bidang gelincir tiap sayatan (α). Dan menghitung nilai $\cos \alpha$ dan $\sin \alpha$.
6. Memasukan nilai atribut kekuatan geser yaitu nilai c dan ϕ dari hasil pengujian nilai mekanis tanah asli dan dianalisis faktor keamanannya.
7. Nilai c dan ϕ yang didapat pada pengujian pengaruh variasi rendaman dan retakan menggunakan kekuatan geser langsung akan diinput ke model lereng untuk menggantikan nilai mekanis tanah asli dan dianalisis faktor keamanannya.

8. Dari semua variasi nilai c dan ϕ yang telah dianalisis akan menentukan seberapa besar pengaruh perubahan nilai c dan ϕ akibat rendaman dan retakan terhadap kekuatan lereng.

3.8 Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar III.5.



Gambar III.5 Diagram Alir Kegiatan Penelitian

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Lok Buntar

Sebelum pemberian variasi kadar air dan retakan, tanah Lok Buntar akan diuji sifat fisik dan mekanik terlebih dahulu untuk mengetahui sifat dasar dari tanah tersebut.

4.1.1 Pengujian Sifat Fisik Tanah Lok Buntar

Sifat fisik tanah yang dilakukan pengujian meliputi: pengujian kadar air, berat jenis, batas-batas *Atterberg*. Pada pengujian tersebut diperoleh hasil kadar air tanah Lok Buntar yaitu rata-rata sebesar 66,91%. Hasil uji berat jenis tanah diperoleh nilai rata-rata sebesar 1,58 gr/cm³. Hasil uji batas-batas *Atterberg* meliputi nilai batas cair sebesar 62,39 %, batas plastis sebesar 20,22% dan nilai Indeks Plastisitas rata-rata sebesar 42,17%. Dari hasil ini dapat kita hitung derajat kejenuhan (Sr) tanah Lok Buntar sebagai berikut:

Mencari nilai berat volume kering tanah Lok Buntar (γ_d):

$$\gamma_d = \frac{\gamma_w}{1 + w} = \frac{1,58}{1 + 0,6691} = 0,9467$$

Mencari angka pori tanah Lok Buntar (e):

$$e = \frac{G_s \times \gamma_w}{\gamma_d} - 1 = \frac{2,56 \times 1,58}{0,9467} - 1 = 1,7$$

Menghitung derajat kejenuhan tanah Lok Buntar (Sr):

$$Sr = \frac{w \times G_s}{e} = \frac{66,91 \times 2,56}{1,7} = 100\%$$

Dari hasil perhitungan didapat nilai derajat kejenuhan (Sr) sebesar 100%. Rekapitulasi hasil pemeriksaan sifat fisik tanah Lok Buntar dapat dilihat pada Tabel IV.1. Sementara itu hasil analisa saringan yang ditunjukkan pada Tabel IV.2 menunjukkan bahwa tanah yang lolos saringan nomor 200 sebesar 98,83% dan pada Tabel IV.1 yang menunjukkan batas cair sebesar 62,39% dan indeks plastisitas sebesar 42,17%. Menurut Unified Soil Classification System (USCS) apabila tanah yang lolos saringan nomor 200 (0,075 mm) lebih dari 50% maka tanah termasuk tanah berbutir halus.

Tabel IV.1. Rekapitulasi Pengujian Sifat Fisik Tanah Lok Buntar

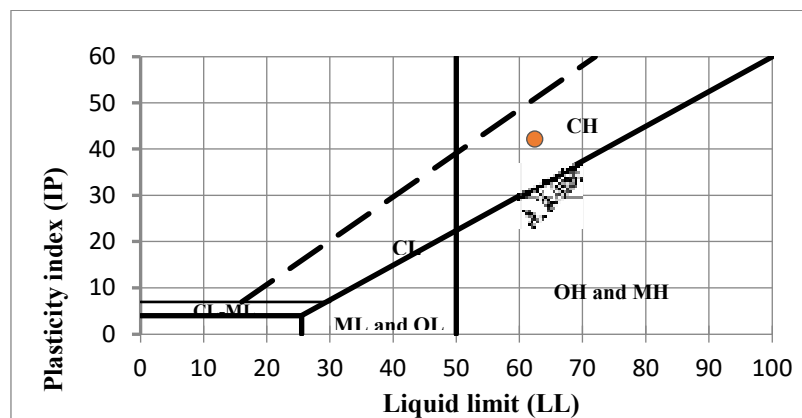
Sample No.	: 01
Depth	: -1,00 s.d. -2,00 m
Specific Gravity	2,56
Water content	% 66,91
Volumetric weight	gr/cm ³ 1,58
Saturation	% 100

Grain Distribution		
Gravel (> 2 mm)	%	0,05
Course sand (0.6-2.0 mm)	%	0,24
Medium sand (0.2-0.6 mm)	%	0,19
Fine sand (0.05-0.2 mm)	%	2,45
Silt and Clay (0.002-0.05)	%	37,06
Clay (<0.002mm)	%	60,00
Atterberg Limits		
Liquid limit	%	62,39
Plastic limit	%	20,22
Plasticity Index	%	42,17

Tabel IV.2. Analisa Saringan Tanah Lok Buntar

Mesh	US Bureau of Standard Opening (mm)	Weight of Soil Retained (gr)	Comulative Retained (gr)	Comulative Retained (%)	Percent Finer (%)
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,15	0,15	0,05	99,95
20	0,840	0,55	0,70	0,23	99,77
40	0,420	0,35	1,05	0,35	99,65
50	0,297	0,12	1,17	0,39	99,61
60	0,234	0,28	1,45	0,48	99,52
80	0,177	0,56	2,01	0,67	99,33
100	0,149	0,45	2,46	0,82	99,18
200	0,074	1,05	3,51	1,17	98,83

Selanjutnya dengan batas-batas Atterberg yang menunjukkan nilai batas cair (*liquid limit*) yang lebih besar dari 50% yaitu 62,39% dan indeks plastisitas sebesar 42,17% maka tanah dikategorikan dengan simbol kelompok CH atau lempung dengan plastisitas tinggi. Penentuan sesuai batas-batas Atterberg dapat dilihat pada Gambar IV.1.



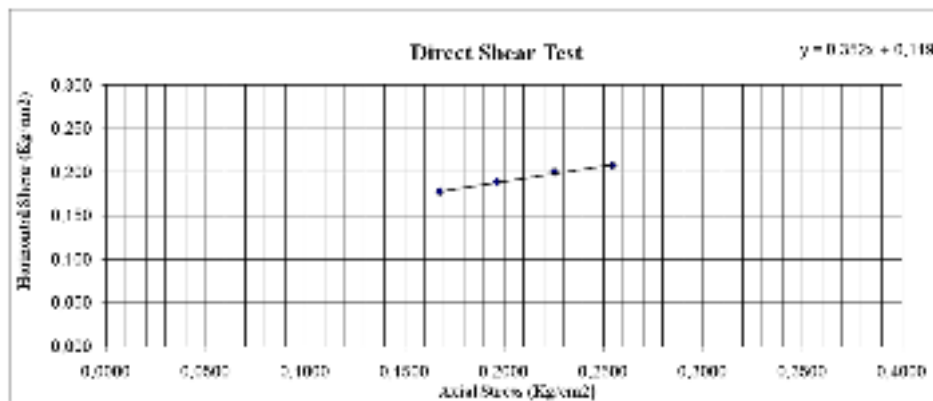
Gambar IV.1 Grafik Batas-Batas Atterberg

4.1.2 Pengujian Sifat Mekanik Tanah Lok Buntar

Sifat mekanik tanah yang dilakukan meliputi: pengujian kekuatan geser tanah. Pada pengujian tersebut diperoleh nilai kohesi sebesar $0,1192 \text{ kg/cm}^2$ dan sudut geser dalam tanah sebesar $19,43^\circ$ seperti yang ditunjukkan grafik pengujian *direct shear* pada Gambar IV.2. Rekapitulasi hasil pemeriksaan sifat mekanik tanah dapat dilihat pada Tabel IV.3. Sedangkan hasil pengujian sifat fisik dan mekanik tanah Lok Buntar dapat dilihat pada Lampiran I. Hasil Pengujian Laboratorium Tanah Asli.

Tabel IV.3. Rekapitulasi Pengujian Sifat Mekanik Tanah Lok Buntar

Sample Diameter			Proving Ring	100-09
=	63,10	mm	:	1116
Sample Height			Calibration	
=	20,0	mm	:	0,50 kg/div
$\sigma \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	0,1674	0,1964	0,2254	0,2544
$\tau \text{ kg/cm}^2$	0,1776	0,1888	0,2000	0,2080



Gambar IV.2 Grafik Pengujian *Direct Shear* Tanah Lok Buntar

4.2 Pengujian Pengaruh Variasi Rendaman

Pengujian pengaruh variasi rendaman dan retakan menggunakan pengujian kekuatan geser tanah langsung. Pada pengujian pengaruh rendaman, terdapat tiga variasi yaitu rendaman 2 jam, rendaman 3 jam dan rendaman 4 jam. Hasil pengujian menunjukkan penurunan nilai kohesi kohesi (C) dan sudut geser internal tanah (ϕ). Rekapitulasi hasil pengujian uji geser langsung akibat perendaman dapat dilihat pada Tabel IV.4.

Tabel IV.4. Rekapitulasi Hasil Pengujian Uji Geser Langsung Akibat Rendaman

Parameter	Asli	Rendaman 2 Jam	Rendaman 3 Jam	Rendaman 4 Jam
C (Kg/cm ²)	0,1192	0,1087	0,0866	0,0831
Φ (Degree)	19,43	17,08	16,05	14,93
Water Content %	66,91	68,91	70,90	72,50

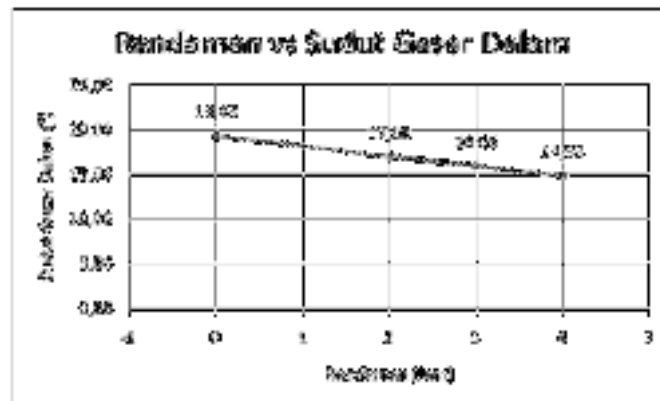
Pengaruh pemberian variasi rendaman dapat disimpulkan semakin lama perendaman akan menurunkan nilai kohesi. Pada Gambar IV.3 menunjukkan tanah Lok Buntar awalnya memiliki nilai kohesi 0,1192 kg/cm² lalu turun menjadi 0,1087 kg/cm² setelah perendaman 2 jam, turun lagi menjadi 0,0866 kg/cm² setelah perendaman 3 jam dan turun lagi menjadi 0,0831 kg/cm² setelah perendaman 4 jam. Sedangkan akibat pemberian variasi rendaman yang ditunjukkan pada Gambar IV.4, nilai sudut geser dalam tanah juga mengalami penurunan nilai. Tanah Lok Buntar awalnya memiliki nilai sudut geser dalam tanah 19,43° lalu turun menjadi 17,08° setelah perendaman 2 jam, turun lagi menjadi 16,05° setelah perendaman 3 jam dan turun lagi menjadi 14,93° setelah perendaman 4 jam. Penurunan nilai kekuatan geser tersebut berkurang karena daya tarik menarik antar molekul tanah berkurang karena penambahan kadar air. Pada Tabel IV.4 menunjukkan penambahan kadar air seiring lamanya perendaman. Kadar air semula sebesar 66,91% semakin bertambah menjadi 68,91% setelah perendaman 2 jam, naik menjadi 70,90% setelah perendaman 3 jam dan naik lagi menjadi 72,50% setelah perendaman 4 jam. Semakin lama perendaman, maka semakin meningkat kadar air sehingga menurunkan nilai kohesi.



Gambar IV.3 Grafik Pengaruh Variasi Rendaman Terhadap Kohesi

Pada grafik akibat rendaman terhadap nilai kohesi yang ditampilkan pada Gambar IV.3 menunjukkan perbedaan sudut garis tren, pada saat perendaman 2 jam ke rendaman 3 jam sudut garis tren lebih besar. Data menunjukkan penurunan kohesi pada perendaman 2 sampai 3 jam sebesar 18,54%. Ada penurunan kohesi yang sangat signifikan dibandingkan perendaman 0 sampai 2 jam sebesar 8,81% dan perendaman 3 sampai 4 jam yang hanya sebesar 2,92%. Namun hal tersebut tidak terjadi pada grafik akibat rendaman terhadap sudut geser dalam yang ditampilkan pada Gambar IV.4. Sudut yang dihasilkan garis tren konsisten dan tidak ada perbedaan yang terlalu mencolok. Hasil

pengujian akibat rendaman dapat dilihat pada Lampiran II. Hasil Pengujian Laboratorium Pengaruh Rendaman.



Gambar IV.4 Grafik Pengaruh Variasi Rendaman Terhadap Sudut Geser Dalam

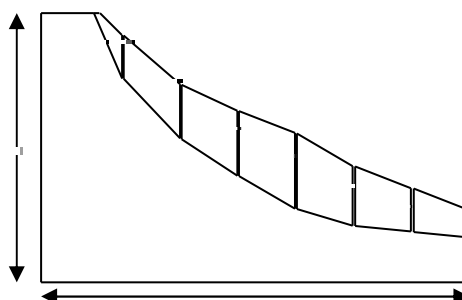
4.3 Perhitungan Faktor Keamanan dengan Metode Fellinius

Setelah diperoleh hasil pengujian sifat fisik tanah asli, sifat mekanik tanah asli, variasi retakan didapatkan nilai-nilai untuk dianalisis nilai faktor keamanannya dan diperoleh variasi nilai faktor keamanan. Hasil perhitungan dengan metode Fellinius diperoleh nilai faktor keamanan sebagai berikut.

4.3.1 Nilai Faktor Keamanan Asli Tanah Lok Buntar

Dari hasil pengujian tanah Lok Buntar didapat nilai kohesi (c) sebesar $0,1192 \text{ kg/cm}^2$, sudut geser dalam tanah sebesar $19,43^\circ$, berat jenis tanah $1,58 \text{ gr/cm}^3$. Dari hasil perhitungan kondisi tanah natural dengan menggunakan metode Fellinius didapatkan nilai faktor keamanan sebesar $1,174$. Dapat dianalisa dari hasil perhitungan menunjukkan nilai faktor keamanan melebihi nilai 1 yang artinya dalam kondisi aman, langkah perhitungan dengan metode Fellinius adalah sebagai berikut:

1. Bidang longsor yang telah diperkirakan akan dibagi menjadi beberapa bidang sayatan. Pada penelitian ini akan dibagi menjadi 6 bidang sayatan yang dapat dilihat pada Gambar. 4.7.

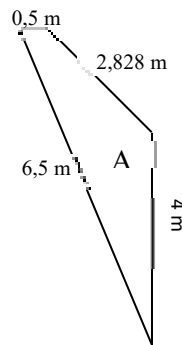


Gambar IV.7 Pembagian Bidang Sayatan pada Model Longsor

2. Menghitung luas bidang sayatan, untuk bidang sayatan A (Gambar IV.8) didapat luas sebesar $5,685 \text{ m}^2$. Selanjutnya dikalikan dengan nilai bobot satuan isi tanah yang didapat pada hasil penelitian tanah asli (γ) sebesar $1,58 \text{ gr/cm}^3 = 15,8 \text{ kN/m}^3$.

$$W = 5,685 \times 15,8$$

$$W = 89,823 \text{ kN/m}$$



Gambar IV.8 Bidang Sayatan A pada Model Lereng

3. Menghitung panjang bidang gelincir bidang gelincir A dengan metode pythagoras didapat nilai sebesar $6,5 \text{ m}$ dan nilai sudut bidang gelincir (α) sebesar 22° . Didapat nilai $\sin \alpha$ sebesar $0,927$ dan $\cos \alpha$ sebesar $0,375$.
4. Perhitungan lainnya dapat dilihat pada Tabel IV.6.

Tabel IV.6 Tabel Hasil Perhitungan Bidang Sayatan Tanah Asli

Bidang	Luas bidang (m^2)	γ (kN/m^3)	W (kN/m^3)	Panjang Bidang Gelincir (l)	Sudut Bidang Gelincir (α)
A	5,685	15,8	89,823	6,5	22
B	22,25	15,8	351,55	7,43	42
C	27,5	15,8	434,5	6,103	55
D	32,5	15,8	513,5	5,831	59
E	31,25	15,8	493,75	5,22	73
F	23,75	15,8	375,25	5,025	84
G	16,25	15,8	256,75	5,025	84
L:				41,134	

5. Memasukkan atribut kekuatan geser tanah asli Lok Buntar yaitu nilai kohesi (c) sebesar $0,1192 \text{ kg/cm}^2 = 11,92 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam tanah (Φ) sebesar $19,43^\circ$, dan $\tan \Phi$ sebesar $0,353$.
6. Perhitungan lainnya dapat dilihat pada Tabel IV.7.

Tabel IV.7 Tabel Hasil Perhitungan Atribut Faktor Keamanan Tanah Asli

$\sin \alpha$	W $\sin \alpha$	$\cos \alpha$	W $\cos \alpha$	ϕ	$\tan \phi$
---------------	-----------------	---------------	-----------------	--------	-------------

				c (kN/m ²)		
0,927	83,282	0,375	33,648	11,920	19,430	0,353
0,743	261,253	0,669	235,233	11,920	19,430	0,353
0,574	249,219	0,819	355,922	11,920	19,430	0,353
0,515	264,472	0,857	440,155	11,920	19,430	0,353
0,292	144,359	0,956	472,175	11,920	19,430	0,353
0,105	39,224	0,995	373,194	11,920	19,430	0,353
0,105	26,838	0,995	255,343	11,920	19,430	0,353
$\Sigma(W \sin \alpha)$: 1068,647		$\Sigma(W \cos \alpha)$: 2165,671				

7. Perhitungan menggunakan rumus Fellinius yaitu:

$$FK = \frac{cL + \tan \varphi \Sigma (W_i \cos \alpha_i)}{\Sigma (W_i \sin \alpha_i)}$$

$$FK = \frac{11,92 * 41,134 + 0,353 * 2156,671}{1068,647}$$

$$FK = 1,174$$

4.3.2 Nilai Faktor Keamanan Akibat Variasi Rendaman

. Pengaruh perubahan nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah setelah pemberian variasi rendaman mengakibatkan penurunan pada nilai faktor keamanan Tanah Lok Buntar awalnya 1,174 (lereng aman) lalu turun menjadi 1,041 (lereng aman) setelah perendaman 2 jam, turun lagi menjadi 0,916 (lereng tidak aman) setelah perendaman 3 jam dan turun lagi menjadi 0,860 (lereng tidak aman) setelah perendaman 4 jam. Rekapitulasi hasil analisis perhitungan dapat dilihat pada Tabel IV.8.

Tabel IV.8 Rekapitulasi Hasil Analisis Perhitungan Faktor Keamanan Akibat Rendaman

Parameter	Asli	Rendaman 2 Jam	Rendaman 3 Jam	Rendaman 4 Jam
Faktor Keamanan (FK)	1,174	1,041	0,916	0,860
Kondisi Lereng	Aman	Aman	Tidak Aman	Tidak Aman

Analisis perhitungan faktor keamanan menunjukkan penurunan sebesar 11,33% dari kondisi awal pada saat tanah terendam 2 jam. Penurunan nilai faktor keamanan mulai signifikan saat tanah terendam 3 jam yaitu sebesar 21,98% yang mengakibatkan lereng tidak aman dan penurunan membesar menjadi 26,75% saat perendaman mencapai 4 jam. Pada grafik pengaruh rendaman terhadap faktor keamanan menunjukkan kondisi lereng mulai kritis pada saat perendaman 2,2 jam. Pada grafik tersebut juga menunjukkan perbedaan sudut garis tren, pada saat perendaman 2 jam ke rendaman 3 jam sudut garis

tren lebih besar. Perbedaan ini diakibatkan penurunan nilai kohesi yang sangat besar pada rendaman 2 ke rendaman 3 jam yaitu sebesar 18.54%. Grafik nilai faktor keamanan terhadap lama rendaman dapat dilihat pada Gambar IV.9. Sedangkan perhitungan lengkap faktor keamanan dapat dilihat pada Lampiran IV. Hasil Perhitungan Faktor Keamanan Akibat Rendaman.



Gambar IV.9. Grafik Nilai Faktor Keamanan Terhadap Lama Rendaman

4.4 Rangkuman Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian sifat fisik tanah mengklasifikasikan tanah Lok Buntar termasuk kategori CH atau lempung dengan plastisitas tinggi. Pada pengujian tersebut diperoleh hasil kadar air tanah Lok Buntar yaitu rata-rata sebesar 66,91%. Hasil uji berat jenis tanah diperoleh nilai rata-rata sebesar 1,58 gr/cm³. Hasil uji batas-batas *Atterberg* meliputi nilai batas cair sebesar 62,39 %, batas plastis sebesar 20,22%, nilai Indeks Plastisitas rata-rata sebesar 42,17% dan derajat kejenuhan sebesar 100%. Sedangkan hasil pengujian sifat mekanik tanah Lok Buntar menunjukkan nilai kohesi sebesar 0,1192 kg/cm² dan sudut geser dalam tanah sebesar 19,43°.

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin lama perendaman maka akan menurunkan nilai kohesi dan sudut geser tanah. Tanah Lok Buntar awalnya memiliki nilai kohesi 0,1192 kg/cm² dan sudut geser dalam tanah 19,43° turun menjadi 0,1087 kg/cm² dan 17,08° setelah perendaman 2 jam, turun menjadi 0,0866 kg/cm² dan 16,05° setelah perendaman 3 jam dan turun menjadi 0,0831 kg/cm² dan 14,93° setelah perendaman 4 jam.

Pengaruh perubahan nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah setelah pemberian variasi rendaman mengakibatkan penurunan pada nilai faktor keamanan Tanah Lok Buntar awalnya 1,174 (lereng aman) turun menjadi 1,041 (lereng aman) pada rendaman 2 jam, turun menjadi 0,916 (lereng tidak aman) pada perendaman 3 jam dan turun menjadi 0,860 (lereng tidak aman) pada perendaman 4 jam.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapatkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Tanah Lok Buntar masuk dalam klasifikasi tanah lempung dengan plastisitas tinggi.
2. Pemberian variasi rendaman pada tanah Lok Buntar mempengaruhi kekuatan geser tanah. Semakin besar retakan dapat menurunkan nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah.
3. Akibat menurunnya nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah Lok Buntar akibat retakan mempengaruhi nilai faktor keamanan lereng, faktor keamanan lereng sebesar 1,174 yang dalam kondisi aman mengalami penurunan menjadi kondisi tidak aman akibat pemberian rendaman tersebut.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Data tanah dan data lereng berasal dari satu wilayah yang sama, sehingga pendekatan dalam permodelan lereng lebih akurat.
2. Perbanyak jumlah sampel untuk tiap pemberian variasi rendaman agar reliabilitas data lebih baik.
3. Selain pengujian mekanik tanah dengan *direct shear test*, sebaiknya pengujian juga dilakukan dengan *triaxial test*.

DAFTAR RUJUKAN

- ASTM. 2003. *Annual Book of ASTM Standards*. section 4. volume 04.08 Soil and Rock.
- Craig, RF. 2004. *Craig's Soil Mechanics*. CRC Press. Florida.
- Hardiyatmo, HC. 2002. *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, HC. 2002. *Mekanika Tanah II*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hasrullah. 2009. Studi Pengaruh Infiltrasi Air Hujan Terhadap Kestabilan Lereng. *Jurnal Ilmu Ilmu Teknik – Sistem*, Vol 5 No. 2: 1-13.
- Hutagamissufardal, IB. Mochtar, & NEB. Mochtar, 2018. *The Effect of Cracks Propagation on Cohesion and Internal Friction Angle for High Plasticity Clay*. *International Journal of Applied Engineering Research*. 13(5). 2504-2507.
- Hutagamissufardal, IB. Mochtar, & NEB. Mochtar, 2018. *The Effect of Soil Cracks on Cohesion and Internal Friction Angle at Landslide*. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*. 8(3)1-5.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018, *Gambar Rencana Teknik Longsoran Jalan Nasional Lintas Tengah Provinsi Kalimantan Tengah*, Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XI, Banjarmasin.
- Mochtar, I.B., 2011. *Cara baru memandang konsep stabilitas lereng (Slope Stability) berdasarkan kenyataan di lapangan*. Paper on Seminar Nasional Geoteknik Himpunan Ahli Teknik Tanah Indonesia (HATTI) di Banjarmasin tanggal 23 Juli 2011. Banjarmasin Indonesia.
- Murthy, VNS. 2003. *Geotechnical Engineering : Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering*. Marcel Dekker. New York.
- Silvianengsih, Liliwarti & Satwarnirat. 2015. *Pengaruh Kadar Air Terhadap Kestabilan Lereng (Kampus Politeknik Negeri Padang)*. *Jurnal Rekayasa Sipil*. 12 (2). 1858-3695.
- Shirley, LH. 1994. *Geoteknik dan Mekanika Tanah: Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium*. Nova. Bandung.
- Smith M.J., 1984, *Mekanika Tanah edisi keempat*, Erlangga, Jakarta.

Taufiq, M. & P. Dewantanu, 2011. *Analisis Pengaruh Infiltrasi Air Hujan Terhadap Kestabilan Lereng Pada Kontruksi Timbunan Tanah*. Skripsi. Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

USGS. 2004. *Landslide Types and Processes*. U.S. Department of the Interior. 2004-3072

Lampiran 1. Biodata pengurus

Pengusul

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Rizkan Maulidi Ansyari, ST, MT
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Tenaga Pengajar
4	NIP/NIK	
5	NIDN	1129099002
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Kandangan, 29 September 1990
7	Email	rizkanmaulidi@gmail.com
8	Nomor Telepon / HP	081348490006
8	Mata Kuliah yang Diampu	Fisika Teknik
		Bahasa Inggris
		Statistika & Probabilitas
		Teknologi Bahan
		Mekanika Tanah
		Rekayasa Pondasi
		Perkuatan Tanah Lunak

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Lambung Mangkurat	Universitas Lambung Mangkurat
Bidang Ilmu	Teknik Sipil	Teknik Sipil
Tahun Masuk-Lulus	2008-2013	2014-2019
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Perluasan Gedung Hotel Global Banjarmasin	Pengaruh rendaman & Retakan Terhadap Nilai Koehesi Dan Sudut Geser Internal Pada Peristiwa Kelongsoran Lereng
Nama Pembimbing/Promotor	Gawit Hidayat, MT Nursiah Chairunnisa M. Eng	Dr. Hutagamisufardal, S.T., M.T.

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir (Bukan skripsi, tesis dan disertasi)

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Rp)
1	2023	Analisis Titik Lokasi Rawan Kecelakaan (Blackspot) Pada Infrastruktur Lintas Selatan Kalimantan Sebagai Penunjang Menuju IKN Nusantara		
2	2023	Pengaruh Retakan Terhadap Nilai Kohesi Dan Sudut Geser Internal Pada Peristiwa Kelongsoran	Mandiri	

D. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Vol/No./Tahun
1	Analisis Titik Lokasi Rawan Kecelakaan (Blackspot) Pada Infrastruktur Lintas Selatan Kalimantan Sebagai Penunjang Menuju IKN Nusantara	Jurnal Darma Agung	Vol. 31/No. 1/2023
2	Pengaruh Retakan Terhadap Nilai Kohesi Dan Sudut Geser Internal Pada Peristiwa Kelongsoran	Media Ilmiah Teknik Sipil	Vol. 11/No. 2 /2023

E. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) dalam 5 tahun terakhir

No	Nama Temu Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat

F. Karya Buku dalam 5 tahun terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah halaman	Penerbit

G. Perolehan HKI dalam 10 tahun terakhir

No	Judul HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi sebagaimana tercantum dalam Surat Perjanjian Penugasan Penelitian.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Penugasan PENELITIAN DOSEN MANDIRI

Palangka Raya, 31 Mei 2023

Ketua Peneliti,



Rizkan Maulidi Ansyari, ST, MT

NIDN 1129099002

Lampiran 5. Dokumentasi

