

**TUGAS AKHIR**  
**STUDI KASUS ANALISIS KELONGSORAN TEBING DI JALAN**  
**AHMAD YANI KOTA PURUK CAHU PROVINSI**  
**KALIMANTAN TENGAH**

Oleh

**NOVRY SAUT PARULIAN SILABAN**  
NIM. DAB 113 127



**JURUSAN / PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PALANGKA RAYA**  
**PALANGKA RAYA**  
**2020**

## TUGAS AKHIR

# STUDI KASUS ANALISIS KELONGSORAN TEBING DI JALAN AHMAD YANI KABUPATEN MURUNG RAYA PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Oleh

NOVRY SAUT PARULIAN SILABAN  
NIM. DAB 113 127

**Disetujui untuk diajukan dalam seminar Hasil Tugas Akhir**

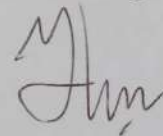
Palangka Raya, Mei 2020

Pembimbing I



(M. IKHWAN YANI, S.T., M.T)  
NIP. 19710225 199802 1 001

Pembimbing II



(OKROBIANUS HENDRI, S.T., M.T)  
NIP. 19751001 200601 1 003

Mengetahui:

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya  
Ketua

(Dr. RUDI WALUYO, S.T., M.T)  
NIP. 19780608 200501 1 003

## RINGKASAN

**STUDI KASUS ANALISIS KELONGSORAN TEBING DI JALAN AHMAD YANI KOTA PURUK CAHU PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**, Novry Saut Parulian Silaban, 2020, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Longsor merupakan gejala geologi yang umum terjadi dan akan terjadi untuk mencari keseimbangan alam. Faktor utama yang menyebabkan longsor adalah faktor geologi, iklim, vegetasi dan penggunaan lahan. Daerah kajian penelitian ini berlokasi di kota Puruk Cahu tepatnya di jalan Ahmad Yani. Kabupaten Murung Raya merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi bencana tanah longsor. Kota Puruk Cahu merupakan daerah dengan topografi berbukit hingga bergunung sehingga hal tersebut menjadi salah satu penyebab terjadinya bahaya longsor.

Umumnya longsor terjadi pada saat hujan lebat. Ketika musim hujan tiba terjadilah peningkatan jumlah air infiltrasi yang berdampak pada tanah jenuh air, maka pori tanah mudah hancur dan agregasi tanah menjadi sangat lemah sehingga ketahanan geser tanah menurun.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan faktor keamanan pada daerah longsor menggunakan perhitungan manual dengan Metode Bishop. Parameter yang digunakan untuk menentukan faktor keamanan pada lereng yaitu sudut geser dalam ( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ). Pada lapisan pertama nilai  $\phi = 10^\circ$  dan nilai  $c = 130 \text{ kN/m}^3$ , pada lapisan kedua nilai  $\phi = 16^\circ$  dan nilai  $C = 90 \text{ kN/m}^3$ . Dari hasil analisis perhitungan di dapat faktor keamanan pada daerah longsor  $FK = 0,91$ . Faktor keamanan  $= 0,91 < 1$  termasuk kritis atau sudah terjadi longsor dan perlu dilakukan penanggulangan yang baik dengan meningkatkan dinding penahan tanah berupa kayu yang ada sebelumnya.

**Kata kunci** : Faktor Keamanan, Kohesi, Longsor, Sistem Klasifikasi Tanah, Sudut Geser Dalam.

## SUMMARY

**THE STUDY CASE ANALYSIS OF THE CLIFF'S ON THE ROAD AHMAD PURUK CAHU CITY, CENTRAL KALIMANTAN PROVINCE,** Novry Saut Parulian Silaban, 2020. Department/Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, University of Palangka Raya.

The Landslide is a common geological symptom, and it will occur to seek balance of nature. The main factor causes the avalanche is a geological factor, climate, vegetation, and land use. The research area located in Puruk Cahu city, precisely on Ahmad Yani street. Puruk Cahu area is one of the potential disaster of landslides. Puruk Cahu area is a highly to volatile zone area so that it becomes one of the causes of avalanche.

The General avalanche occurs in a heavy rain. When the rainy season arrives, the amount of infiltration water impacts on the land's saturation, was easily destroyed and the ground aggression became extremely weak so the shear resistance of the soil decreases.

In this research to determine the safety factor in the avalanche area using manual calculations with the Bishop Method. Parameters used to determine security factors on the slope is a sliding angle ( $\phi$ ) and cohesion ( $c$ ). In the first layer the value  $\phi = 10^\circ$  and the value of  $c = 130 \text{ kN/m}^3$ , in the second layer the value  $\phi = 16^\circ$  and  $c$  value =  $90 \text{ kN/m}^3$ . From the calculations on the safety factor on the avalanche of the  $FK = 0,91$ . With the safety factor =  $0,91 < 1$  that is found including critical or has been avalanche and need to be done with a good countermeasures boosting walls of the previous landscape.

**Keywords :** Safety Factors, Cohesion, Landslide, Soil Classification Systems, Internal Friction Angle .

## **PRAKATA**

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat kasih karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini berjudul **“STUDI KASUS ANALISIS KELONGSORAN TEBING DI JALAN AHMAD YANI KOTA PURUK CAHU PROVINSI KALIMANTAN TENGAH”** disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

Pada kesempatan ini, diucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan P.Silitonga, S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembahas III Tugas Akhir ini.
4. Bapak Tatau Wijaya Garib, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
6. Ibu Veronika Happy P., S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
7. Ibu Murniati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.

8. Bapak M.Ikhwan Yani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
9. Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
10. Ibu Dr.Fatma Sarie,S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas I Tugas Akhir.
11. Bapak Ir.Suradji Gandi, M.M. selaku Dosen Pembahas II Tugas Akhir.
12. Ibu Ina Elvina,S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas III Tugas Akhir.
13. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
14. Rekan-rekan Mahasiswa dan Mahasiswi Teknik Sipil Angkatan 2013.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Proposal Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan mendatang, Terima kasih.

Palangka Raya , Oktober 2020

**NOVRY SAUT PARULIAN SILABAN**  
NIM. DAB 113 127

## DAFTAR ISI

### HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
RINGKASAN .....	ii
SUMMARY .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	5

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Longsor atau Gerakan Tanah .....	6
2.2 Karakteristik dan Sifat-sifat Tanah.....	9
2.2.1 Tanah.....	9

2.2.2	Struktur Tanah.....	9
2.2.3	Sifat Fisik Tanah .....	11
2.2.4	Sifat Mekanik Tanah .....	12
2.2.5	Kuat Geser Tanah.....	12
2.2.6	Tegangan Vertikal dan Horizontal di Dalam Tanah .....	14
2.2.7	Batas Atterberg Tanah.....	15
2.3	Kestabilan Lereng.....	16
2.3.1	Faktor-faktor Kestabilan Lereng .....	17
2.3.2	Teori Analisis Kestabilan Lereng.....	23
2.3.3	Metode Analisis Kestabilan Lereng .....	24
2.4	Metode Bishop .....	26
2.5	Faktor Keamanan .....	30
2.6	Penelitian Terdahulu .....	31
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>		
3.1	Umum.....	32
3.2	Lokasi Penelitian.....	32
3.3	Pengambilan Sampel dan Data.....	33
3.3.1	Pengambilan Data Lapangan.....	33
3.3.1.1	Pengambilan Sampel Tanah.....	33
3.3.1.2	Pengambilan Data Geometri lereng .....	35

3.3.2	Pengujian Laboratorium.....	35
3.3.3	Pengolahan Data.....	37
3.4	Tata Laksana Penelitian.....	37
3.5	Tata Laksana Pengambilan Data Lapangan .....	38
3.6	Tata Laksana Pengujian Laboratorium.....	39
3.7	Tata Laksana Pengolahan Data .....	40
3.8	Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir .....	42
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Umum.....	43
4.2	Hasil Penelitian .....	43
4.2.1	Klasifikasi Tanah.....	43
4.2.2	Pengujian Sifat Fisik Tanah .....	44
4.2.3	Sistem Klasifikasi USCS.....	45
4.2.4	Pengujian sifat Mekanik Tanah.....	46
4.3	Pengolahan Data.....	48
4.3.1	Pemodelan Lereng.....	48
4.3.2	Hasil Analisis Data Dengan Metode Bishop.....	50
4.3.3	Menentukan Faktor Keamanan Irisan .....	51
4.3.4	Perhitungan Faktor Keamanan Tanpa Pengaruh Tekanan Air pori (U) atau Pada saat Kering .....	52

4.3.5	Perhitungan Faktor Keamanan Pengaruh Tekanan Air Pori (U) pada Saat Kondisi Hujan .....	54
-------	--	----

## **BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	57

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Tanah.....	10
Gambar 2.2	Distribusi Tegangan Vertikal Dan horizontal Akibat Penggalian..	15
Gambar 2.3	Gaya-gaya yang Bekerja pada Irisan Metode Bishop.....	27
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian.....	33
Gambar 3.2	Bagan Alir Penelitian Tugas akhir.....	42
Gambar 4.1	Grafik Hubungan Batas Cair dan Indeks Plastisitas.....	46
Gambar 4.2	Pemodelan Pada Lereng.....	49
Gambar 4.3	Analisis Data Menggunakan Metode Bishop.....	50

## **PRAKATA**

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat kasih karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini berjudul **“STUDI KASUS ANALISIS KELONGSORAN TEBING DI JALAN AHMAD YANI KOTA PURUK CAHU PROVINSI KALIMANTAN TENGAH”** disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Program Strata-1 Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya (UPR).

Pada kesempatan ini, diucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Ibu Frieda, S.T., M.T. selaku wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Dr. Sutan P.Silitonga, S.TP., S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Umum dan Keuangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya dan Dosen Pembahas III Tugas Akhir ini.
4. Bapak Tatau Wijaya Garib, S.T., M.T. selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
5. Bapak Dr. Rudi Waluyo, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
6. Ibu Veronika Happy P., S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya.
7. Ibu Murniati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.

8. Bapak M.Ikhwan Yani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
9. Bapak Okrobianus Hendri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
10. Ibu Dr.Fatma Sarie,S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas I Tugas Akhir.
11. Bapak Ir.Suradji Gandi, M.M. selaku Dosen Pembahas II Tugas Akhir.
12. Ibu Ina Elvina,S.T., M.T. selaku Dosen Pembahas III Tugas Akhir.
13. Seluruh Dosen Jurusan/Program Studi Teknik Sipil beserta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
14. Rekan-rekan Mahasiswa dan Mahasiswi Teknik Sipil Angkatan 2013.

Akhir kata, dengan segala kerendahan hati dan menyadari bahwa penulisan Proposal Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu diharapkan berbagai tanggapan, kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa yang akan mendatang, Terima kasih.

Palangka Raya , Oktober 2020

**NOVRY SAUT PARULIAN SILABAN**  
NIM. DAB 113 127

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Longsor merupakan gejala geologi yang umum terjadi dan akan terjadi untuk mencari keseimbangan alam. Faktor utama yang menyebabkan longsor adalah faktor geologi, iklim, vegetasi dan penggunaan lahan. Daerah kajian penelitian adalah di kabupaten Murung Raya yang beribukota kabupaten Puruk Cahu tepatnya di jalan Ahmad Yani. Kabupaten Murung Raya merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi bencana tanah longsor. Kabupaten Murung Raya merupakan daerah dengan topografi berbukit hingga bergunung sehingga hal tersebut menjadi salah satu penyebab terjadinya bahaya longsor.

Lereng memiliki permukaan yang terjal dan miring dan rawan terkena longsor. Selain permukaan yang miring, gaya gravitasi juga memengaruhi massa tanah bergerak ke bawah untuk mencari kesetimbangan yang baru. Longsor juga terjadi akibat adanya perubahan massa tanah yang diakibatkan hujan dan saat air meresap ke dalam tanah disitulah tanah mengalami penambahan massa tanah yang memaksa tanah mulai bergerak ke bawah.

Longsor adalah fenomena alam yang sering terjadi, terutama pada saat musim penghujan. Sebagian besar orang mendefinisikan longsor adalah runtuhannya tanah yang terjadi pada tebing. Namun longsor dapat didefinisikan sebagai suatu gerakan massa tanah dan batuan yang bergerak dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah untuk mencari kesetimbangan baru. Longsoran (*landslide*) menurut (Sharpe, 1938, dalam Hansen, 1984), adalah luncuran atau

gelinciran (*sliding*) atau jatuhnya (*falling*) dari massa batuan/tanah atau campuran keduanya.

Selain akibat massa tanah yang bertambah, Longsor juga bisa terjadi akibat tingginya tekanan vertikal yang menambah tingginya aliran tegangan horizontal yang juga bisa mengganggu kestabilan lereng. Longsoran dapat terjadi pada timbunan, tanggul, lereng alami maupun lereng buatan. Terlebih pada lereng buatan, longsor akan lebih sangat mungkin terjadi.

Saat membuat suatu lereng untuk tujuan proyek rekayasa, tentunya membutuhkan material baru. Tanah adalah material yang sangat mudah didapat dan lebih menghemat biaya. Namun tanah yang akan digunakan sebagai timbunan tentunya akan mendapat perlakuan baru yang mengakibatkan kita mengubah sifat mekanis tanah. Tanah adalah material yang sangat mudah menyerap air dan juga tanah adalah material dengan sifat mekanis yang mudah berubah jika dibanding dengan material lain seperti halnya batuan.

Untuk pembangunan suatu proyek rekayasa dan memerlukan timbunan hingga menciptakan sebuah lereng, penting adanya identifikasi bahaya longsor. Untuk mengidentifikasi longsor, dapat digunakan cara *back analysis* (Analisis Balik).

Cara menganalisis balik akan diketahui pada saat berapa nilai sudut geser ( $\phi$ ) dan *kohesi* (*c*) yang mengakibatkan Faktor Keamanan mengalami penurunan hingga FK kritis. Itulah sebabnya kenapa menggunakan *back analysis*, Karena dapat dilihat pada nilai berapa sudut geser dan nilai kohesi tanah hingga terjadinya longsor.

Pada penelitian ini menggunakan menggunakan metode analisis balik untuk menganalisis kasus kelongsoran yang berada di jalan Ahmad Yani. Penggunaan metode analisis balik untuk mengetahui berapa besar nilai  $\phi$  dan C dari tanah timbunan yang menyebabkan lereng pada kondisi kritis . Kondisi ini dapat disebut juga sebagai kondisi ambang batas. Bila nilai  $\phi$  dan C lebih dari nilai ambang batas, maka pada saat nilai  $\phi$  dan C tersebut mengakibatkan lereng mengalami longsor. Dari penjelasan dan studi kasus yang akan dikaji pada penelitian ini, adalah menentukan nilai  $\phi$  dan C pada kondisi kritis . Dengan mencocokkan model longsor dari hasil analisis dengan kondisi lapangan.



## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah dari penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimana jenis, sifat dan karakteristik tanah pada lokasi penelitian.
2. Berapakah nilai  $\phi$  dan C ambang batas yg sesuai dengan kondisi lapangan.
3. Berapa besarnya nilai Faktor keamanan (FK) dari hasil analisis sesuai dengan kondisi lapangan

## 1.3 Maksud dan Tujuan

### 1.3.1 Maksud

Maksud diadakannya penelitian ini adalah untuk menganalisis sifat-sifat tanah dan mengetahui karakteristik tanah dan nilai sudut geser tanah, hingga Faktor Keamanan lereng pada lokasi longsor. Serta mencari atau analisis Faktor Keamanan (FK) lereng yang dipakai saat perencanaan pembangunan timbunan.

### 1.3.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui jenis, sifat dan karakteristik tanah pada lokasi penelitian.
2. Mengetahui nilai  $\phi$  dan C ambang batas yang sesuai dengan kondisi lapangan.
3. Mengetahui nilai Faktor Keamanan lereng pada lereng di jalan Ahmad Yani.

#### 1.4 Manfaat

Manfaat teoritis yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah hasil dari penelitian ini dapat menjadi salah satu kontribusi dalam bidang Ilmu Rekayasa Geoteknik yang berguna sebagai salah satu bahan pembelajaran bagi para pembaca dikemudian hari.

Manfaat praktis yang dapat diperoleh dari penelitian Tugas Akhir ini adalah mengetahui Faktor Keamanan (FK) pada kestabilan lereng di jalan Ahmad Yani berdasarkan hasil analisis nilai Faktor Keamanan lereng sehingga dapat dilakukan penanganan lereng yang dikategorikan dalam keadaan seimbang tetapi berpotensi longsor serta lereng dalam keadaan tidak aman (kritis). Tujuan dari penanganan ini adalah agar kegiatan di jalan raya dapat berjalan dengan baik.

#### 1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian Tugas Akhir ini masalah yang dibahas sesuai dengan judul yang disetujui yaitu :

1. Analisis sifat fisik dan mekanik tanah hanya pada lokasi longsor di jalan Ahmad Yani.
2. Mengetahui nilai Faktor Keamanan (FK) lereng di jalan Ahmad Yani.
3. Metode analisis kelongsoran lereng dilakukan dengan metode kelongsoran manual.
4. Analisis yang dipakais yaitu dengan *metode bishop*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Longsor Atau Gerakan Tanah

Pengertian longsor (*landslide*) dengan gerakan tanah (*massmovement*) mempunyai kesamaan. Untuk memberikan definisi longsor perlu penjelasan keduanya. Gerakan tanah ialah perpindahan massa tanah/batuan pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula. Gerakan tanah mencakup gerak rayapan dan aliran maupun longsor. Menurut definisi ini longsor adalah bagian gerakan tanah (Purbohadiwidjojo, 1998, dalam H.C. Hardiyatmo, 2006). Jika menurut definisi ini perpindahan massa tanah/batu pada arah tegak adalah termasuk gerakan tanah, maka gerakan vertikal yang mengakibatkan *bulging* (lendutan) akibat keruntuhan fondasi dapat dimasukkan pula dalam jenis gerakan tanah. Dengan demikian pengertiannya menjadi sangat luas. Kelompok utama gerakan tanah (*massmovement*) terdiri atas rayapan (*creep*) dan longsor (*landslide*) yang dibagi lagi menjadi sub-kelompok gelinciran (*slide*), aliran (*flows*), jatuhan (*fall*) dan luncuran (*slip*). Definisi longsor (*landslide*) adalah luncuran atau gelinciran (*sliding*) atau jatuhan (*falling*) dari massa batuan/tanah atau campuran keduanya.

Berdasarkan definisi dan klasifikasi longsor (Varnes, 1978 dalam R.F. Hirnawan, 1993) maka disimpulkan bahwa gerakan tanah (*massmovement*) adalah gerakan perpindahan atau gerakan lereng dari bagian atas atau perpindahan massa tanah maupun batuan pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula. Longsor (*landslide*) merupakan bagian dari gerakan tanah, jenisnya terdiri atas jatuhan (*fall*), jungkiran (*topple*), luncuran (*slide*), nendatan (*slump*),

aliran (*flow*), gerak horisontal atau bentangan lateral (*lateral spread*), rayapan (*creep*) dan longsor majemuk. Untuk membedakan longsor yang mengandung pengertian luas, maka istilah *slides* digunakan kepada longsor gelinciran yang terdiri atas luncuran atau *slide* (longsor gelinciran translasional) dan nendatan atau slump (longsor gelinciran rotasional). Berbagai jenis longsor (*landslide*) dalam beberapa klasifikasi di atas dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Jatuhan (*Fall*) 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 runtuh (*urug*, *lawina*, *avalanche*) batu, bahan rombakan maupun tanah.
2. Longsor gelinciran (*slides*) adalah gerakan yang disebabkan oleh keruntuhan melalui satu atau beberapa bidang yang dapat diamati ataupun diduga. *Slides* dibagi lagi menjadi dua jenis. Disebut luncuran (*slide*) bila dipengaruhi gerak translasional dan susunan materialnya yang banyak berubah. Bila longsor gelinciran dengan susunan materialnya tidak banyak berubah dan umumnya dipengaruhi gerak rotasional, maka disebut nendatan (*slump*), Termasuk longsor gelinciran adalah: luncuran bongkah tanah maupun bahan rombakan, dan nendatan tanah.
3. Aliran (*flow*) adalah gerakan yang dipengaruhi oleh jumlah kandungan atau kadar air tanah, terjadi pada material tak terkonsolidasi. Bidang longsor antara material yang bergerak umumnya tidak dapat dikenali. Termasuk dalam jenis gerakan aliran kering adalah sandrun (larian pasir), aliran

fragmen batu, aliran loess. Sedangkan jenis gerakan aliran basah adalah aliran pasir-lanau, aliran tanah cepat, aliran tanah lambat, aliran lumpur, dan aliran bahan rombakan.

4. Longsoran majemuk (*complex landslide*) adalah gabungan dari dua atau tiga jenis gerakan di atas. Pada umumnya longsoran majemuk terjadi di alam, tetapi biasanya ada salah satu jenis gerakan yang menonjol atau lebih dominan. Longsoran majemuk diantaranya adalah bentangan lateral batuan, tanah maupun bahan rombakan.
5. Rayapan (*creep*) adalah gerakan yang dapat dibedakan dalam hal kecepatan gerakannya yang secara alami biasanya lambat.
6. Gerak horisontal / bentangan lateral (*lateral spread*), merupakan jenis longsoran yang dipengaruhi oleh pergerakan bentangan material batuan secara horisontal. Biasanya berasosiasi dengan jungkiran, jatuhnya batuan, nendatan dan luncuran lumpur sehingga biasa dimasukkan dalam kategori *complex landslide* - longsoran majemuk. Prosesnya berupa rayapan bongkah-bongkah di atas batuan lunak.

## 2.2 Karakteristik dan Sifat-Sifat Tanah

### 2.2.1 Tanah

Tanah dalam ilmu mekanika tanah dimaksudkan untuk mencakup semua bahan dari tanah berukuran lempung sampai kerakal. Dalam ilmu mekanika tanah, tanah dibagi menjadi dua berdasarkan cara terbentuknya yaitu tanah residu dan tanah endapan. Tanah residu (*residual soil*) merupakan tanah yang terbentuk langsung akibat pelapukan kimiawi. Tanah residu tetap pada tempat pembentukannya yaitu di atas batuan asalnya. Hujan menyebabkan erosi dan tanah diangkut melalui sungai sampai mencapai laut atau danau. Di sini terjadi pengendapan lapisan demi lapisan pada dasar laut atau danau. Proses ini berlangsung selama ribuan atau jutaan tahun. Tanah ini disebut tanah endapan (*sedimentary soil*) atau tanah yang terangkut.

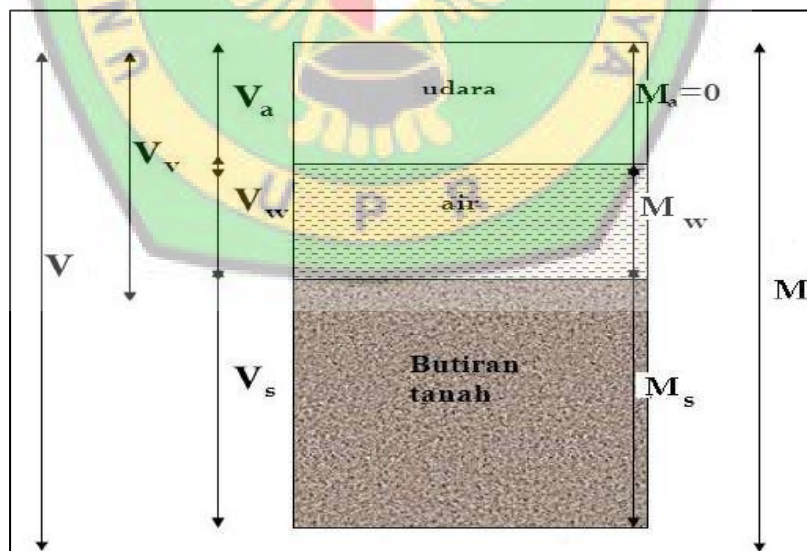
Perbedaan dari tanah residu dan tanah endapan yaitu pada tanah residu yang terbentuk langsung dari batu asalnya, pada umumnya ada hubungan erat antara sifat tanah dan jenis batuan asalnya. Pada tanah endapan tidak ada hubungan antara sifatnya dan batuan asalnya. Pada tanah residu terdapat struktur, yaitu butirnya teratur ataupun terikat satu sama lain sehingga membentuk kerangka tanah. Akibat adanya struktur ini, sifat tanah menjadi berbeda sifat seandainya tidak ada struktur, yaitu butirnya merupakan kumpulan butir lepas saja.

### 2.2.2 Struktur Tanah

Tanah tersusun dari butiran tanah atau partikel lainnya dan rongga-rongga atau pori di antara partikel butiran tanah. Rongga-rongga terisi sebagian atau seluruhnya dengan air atau zat cair lainnya. Rongga-rongga tanah yang tidak terisi

oleh air atau zat cair akan terisi oleh udara atau bentuk lain dari gas. Volume yang ditempati oleh bagian besar tanah pada umumnya termasuk bahan penyusun lainnya yaitu bagian padat, cair dan gas/udara yang selanjutnya dikenal sebagai system tiga fase tanah (*three phase systems*).

Sifat-sifat mekanis penting tanah, seperti kekuatan (*strength*) dan pemampatan (*compressibility*), secara langsung berhubungan dengan atau paling tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti rapat massa (*density*), berat volume (*unit weight*), angka pori (*void ratio*) dan derajat kejenuhan (*degree of saturation*). Selain ketiga faktor tersebut terdapat satu faktor yang jarang diterangkan yaitu berat volume dibawah air (*submerged unit weight*). Definisi parameter ini adalah  $\gamma^1 = \gamma - \gamma_w$ , dimana  $\gamma^1$  adalah berat satuan tanah terendam (*submerged*). Jadi, berat satuan terendam adalah berat efektif pada tanah di bawah muka air tanah. Berat satuan ini memperhitungkan tegangan mengapung yang berasal dari air.



Gambar 2.1 gambar struktur tanah

Sumber: (Das,1994)

Keterangan:

Ma = Massa udara (=0)

Mw = Massa air

Ms = Massa butiran tanah

M = Massa total

Va = Volume udara

Vw = Volume air

Vs = Volume butiran tanah

Vv = Volume pori

V = Volume total

### 2.2.3 Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah adalah sifat-sifat yang terkandung dalam tanah. Sifat fisik tanah dapat terlihat dan dapat diamati dengan mudah. Sifat fisik tanah antara lain adalah:

#### 1. Tekstur tanah

Tekstur tanah disusun dari butir-butir tanah dengan berbagai ukuran. Butiran yang berukuran  $>2\text{mm}$  adalah butiran kasar dan  $<2\text{mm}$  adalah butiran halus.

#### 2. Struktur tanah

Struktur tanah adalah butir-butir penyusun tanah yang terikat satu sama lain dan membentuk gumpalan-gumpalan tanah.

### 3. Bobot isi tanah

Bobot isi tanah merupakan kerapatan tanah persatuan volume yang dinyatakan dalam dua batasan yaitu: kerapatan partikel (*bobot partikel*) dan kerapatan massa (*bobot isi*).

### 4. Konsistensi tanah

Konsistensi tanah menunjukkan integrasi antar kekuatan daya kohesi butir-butir tanah dengan daya adhesi butir-butir tanah dengan benda lain. konsistensi tanah dapat dilihat dari: *tingkat kelekatan, dan tingkat plastisitas*.

### 5. Kadar air

Kadar air merupakan hal/komponen penting dalam tanah. Seperti kita ketahui, tanah adalah material yang sangat mudah menyerap tanah dan tanah juga sangat mudah merembeskan air, tergantung konsistensi tanah.

#### 2.2.4 Sifat Mekanik Tanah

Sifat mekanis tanah adalah sifat-sifat tanah yang mengidentifikasi kondisi tanah atau perilaku tanah akibat diberikannya gaya terhadap tanah. Sifat mekanis tanah tidak akan diketahui, tanpa pengujian laboratorium. Sifat mekanik tanah antara lain: kuat geser tanah, daya dukung tanah, permeabilitas tanah.

#### 2.2.5 Kekuatan Geser Tanah

Kuat geser tanah yaitu kemampuan tanah melawan tegangan geser yang terjadi pada saat terbebani. Keruntuhan geser tanah terjadi bukan disebabkan karena hancurnya butir-butir tanah tersebut tetapi karena adanya gerak relatif antara butir-butir tanah tersebut. Pada peristiwa longsoran suatu lereng berarti telah

terjadi pergeseran dalam butir-butir tanah tersebut. Kekuatan geser yang dimiliki oleh suatu tanah disebabkan oleh:

1. Pada tanah berbutir halus (*kohesif*) misalnya lempung kekuatan geser yang dimiliki tanah disebabkan karena adanya kohesi atau perlekatan antara butir-butir tanah.
2. Pada tanah berbutir kasar (*non-kohesif*), kekuatan geser disebabkan karena adanya gesekan antara butir-butir tanah sehingga sering disebut sudut gesek dalam.
3. Pada tanah yang merupakan campuran antara tanah halus dan tanah kasar, kekuatan geser disebabkan karena adanya lekatan (karena kohesi) dan gesekan antara butir-butir tanah.

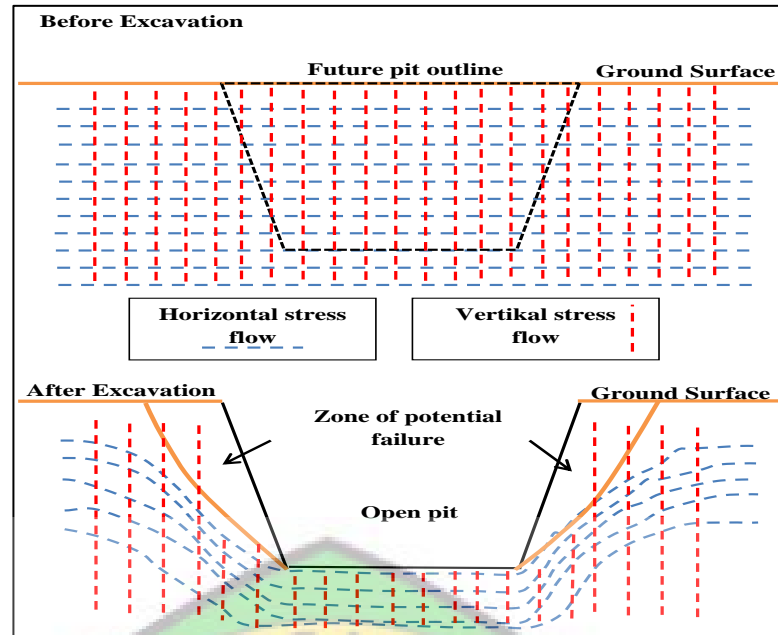
Pada tanah, hanya kekuatan geser yang perlu diperhatikan. Dalam rekayasa geoteknik, seperti kestabilan lereng bergantung hanya pada kekuatan geser tanah. Kekuatan geser tanah tidak tetap pada jenis tanah tertentu. Pada kedalaman yang besar, umumnya tanah lebih kuat daripada dipermukaan. Pada urugan, lapisan bawah lebih kuat daripada lapisan atas. Hal ini karena kekuatan geser tanah bergantung pada tegangan.

Parameter kekuatan geser tanah menurut tegangan efektif dan persamaan tersebut dinamakan kriteria keruntuhan Mohr-Coulomb. Jika tegangan geser pada suatu bidang di dalam tanah melampaui nilai yang kekuatan geser tanah maka akan terjadi gerakan tanah pada bidang tersebut.

### 2.2.6 Tegangan Vertikal dan Horizontal di Dalam Tanah

Tegangan dipengaruhi oleh jenis tanah, proses pembentukannya dan riwayat tegangannya. Adanya proses penggalian menyebabkan terjadinya distribusi tegangan baru yang berupa paksaan terhadap tegangan horizontal untuk terdistribusi disekitar penggalian. Tegangan vertikal dalam tanah berkurang akibat hilangnya pembebanan karena kegiatan penggalian. Sebagai akibat dari berkurangnya gaya vertikal dalam tanah maka muncul rekahan yang menyebabkan turunnya nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah. Air tanah dengan mudah melewati rekahan-rekahan yang ada dan menyebabkan turunnya tegangan normal efektif pada bidang yang berpotensi runtuh.

Semakin digali, zona tanpa tegangan vertikal semakin besar dan konsekuensinya runtuh dapat lebih buruk. Sebaliknya tegangan horizontal semakin besar tiap bertambahnya kedalaman penggalian. Aliran dari tegangan horizontal ini menekan lereng dari kiri dan kanan yang menambah ketidakstabilan lereng. Jadi dapat dikatakan bahwa antara tegangan vertikal dan horizontal berbanding terbalik, apabila tegangan vertikal besar maka tegangan horizontal akan kecil dan sebaliknya.



Gambar 2.2 Gambaran Distribusi Tegangan Vertikal Dan Horizontal Akibat Penggalian

Sumber : (Hardiyatmo, 1994. Mekanika Tanah 2)

### 2.2.7 Batas Atterberg Tanah

Batas Atterberg merupakan ukuran dasar dari butiran tanah. Tergantung pada kandungan air pada tanah, tanah dapat diklasifikasikan menjadi empat kondisi: padat, semi-padat, pastik, dan cair. Di setiap kondisi, konsistensi dan sifat dari tanah akan berbeda-beda, begitu pula sifat-sifat rekayasanya.

Batas Atterberg dapat digunakan untuk membedakan antara lanau dan lempung dan juga lebih detailnya dapat membedakan antara berbagai macam lanau dan lempung. Atterberg Limit Test merupakan metode pengetesan untuk mengetahui sifat konsistensi tanah berbutir halus (lanau atau lempung) dengan memberikan kadar air yang berbeda pada masing-masing sampel yang akan di tes.

## Logika Atterberg Limit Test

Saat air diberikan kepada satu sampel tanah halus, setiap partikel tanah dilapisi oleh lapisan air yang tipis yang diserap oleh partikel tanah. Jika air terus ditambahkan, maka ketebalan lapisan air yang menyelimuti partikel tanah akan terus bertambah. Peningkatan ketebalan lapisan air pada partikel tanah memungkinkan antar partikel untuk saling meluncur lebih mudah. Jadi sifat tanah dapat diketahui dengan membandingkan kadar air yang terkandung pada masing-masing sampel tanah.

Tujuan Atterberg Limit adalah untuk mengetahui batasan-batasan dari empat kondisi tanah yang dimiliki oleh suatu sampel tanah yang akan diuji. Uji ini biasanya dilakukan pada lanau atau lempung berkaitan dengan sifat kedua jenis tanah ini yang mudah mengembang atau menyusut tergantung pada kadar air yang terkandung pada tanah jenis ini.

Hal ini disebabkan karena lanau atau lempung secara kimia ber-reaksi terhadap air dengan merubah ukuran dan mengakibatkan perbedaan kekuatan. Jadi tujuan utama dari tes ini sering kali digunakan untuk menguji daya dukung tanah tempat suatu bangunan akan didirikan, terutama jika tanah yang terkandung adalah lanau atau lempung.

### **2.3 Kestabilan Lereng**

Kestabilan lereng merupakan kemampuan tanah pada permukaan yang tidak horizontal yang mengakibatkan komponen gravitasi cenderung memberikan tekanan yang besar ke bawah, sehingga adanya perlawanan terhadap geseran

yang dapat dikerahkan oleh tanah sehingga dapat mengakibatkan kelongsoran (Nermeen Albataineh, 2006). Gaya yang menyebabkan ketidak mantapan (gaya penggerak) dalam hal ini adalah berat tanah itu sendiri dan gaya penahan berasal dari kuat geser tanah, sedangkan gaya luar biasanya dapat dipengaruhi oleh adanya gempa atau aktivitas di atas dari lereng tersebut (berat kendaraan yang lewat atau bangunan yang ada di atas lereng). Pola keruntuhan yang akan terjadi tidak pasti dan tidak dapat ditentukan sebelum melakukan analisis. Untuk lereng dengan tanah seragam, keruntuhan umumnya terjadi pada bidang yang mendekati busur lingkaran.

Analisis kestabilan lereng dilakukan untuk mengevaluasi kondisi kestabilan kerja dari lereng galian, lereng timbunan maupun lereng alami. Tujuan akhir dari analisis kestabilan lereng adalah untuk mengetahui apakah lereng tersebut dalam keadaan stabil atau tidak stabil. Apabila dalam keadaan stabil maka keadaan stabil tadi harus tetap dipertahankan tetapi apabila lereng dalam keadaan tidak stabil maka harus segera dilakukan perbaikan pada lereng untuk mencegah kelongsoran.

### **2.3.1 Faktor-faktor dalam Kestabilan Lereng**

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan serta data yang perlu diambil dalam menganalisis kestabilan lereng adalah sebagai berikut:

1. Penyebaran tanah

Macam tanah yang terdapat di daerah penelitian harus diketahui, demikian juga penyebaran serta hubungan antar tanah. Hal ini perlu dilakukan karena sifat fisik dan mekanis suatu tanah berbeda dengan tanah lain sehingga kekuatan menahan beban akan berbeda pula. Untuk penyebaran tanah

dipermukaan dapat dilihat langsung pada area penelitian atau secara tidak langsung melalui peta geologi. Untuk penyebaran tanah secara vertikal dapat dilihat dari hasil pemboran yang pernah dilakukan pada daerah penelitian.

## 2. Relief permukaan bumi/Morfologi

Faktor ini mempengaruhi laju erosi dan pengendapan serta juga menentukan arah aliran air permukaan dan air tanah. Hal ini disebabkan untuk daerah yang curam, kecepatan aliran air permukaan tinggi dan mengakibatkan pengikisan lebih intensif dibandingkan pada daerah yang landai. Karena erosi yang intensif, banyak dijumpai singkapan tanah dan ini menyebabkan pelapukan yang lebih cepat, sehingga kemantapan lereng menjadi berkurang. Untuk relief atau morfologi daerah penelitian dapat dilihat berdasarkan peta topografi.

## 3. Struktur Geologi

Struktur geologi yang perlu diperhatikan adalah sesar, kekar, bidang perlapisan, perlipatan, ketidakselarasan, rekahan serta foliasi. Hal ini penting mengingat struktur dalam ilmu pertambangan merupakan bidang lemah di dalam suatu massa tanah atau batuan serta dapat menurunkan kemantapan lereng. Untuk permasalahan struktur dapat dilihat dilapangan pada daerah penelitian serta dapat diketahui berdasarkan peta geologi dan hasil dari pemboran pada daerah penelitian.

## 4. Iklim dan Cuaca

Iklim berpengaruh terhadap kemantapan lereng karena iklim mempengaruhi perubahan temperature. Temperature yang cepat sekali berubah dalam waktu yang singkat akan mempercepat proses pelapukan dan

mengakibatkan lereng mudah longsor. Selain iklim cuaca mempunyai peran penting dalam penurunan kemantapan lereng. Apabila hujan terjadi dengan intensitas sangat sering turun dan lebat maka akan membuat lereng dalam keadaan jenuh dan menambah berat dari butiran tanah pada lereng sehingga menambah bobot lereng dan dapat membuat kestabilan lereng menurun sampai dengan terjadinya longsor. Selain itu hujan dapat menyebabkan naiknya tekanan air pori di dalam lereng, termasuk juga muka air tanah. Untuk iklim telah diketahui bahwa di Indonesia khususnya di Kalimantan Tengah beriklim Tropis dan pada daerah tropis pelapukan lebih cepat dibandingkan daerah dingin, sedangkan untuk cuaca dapat dilihat dari data curah hujan pada daerah penelitian dan diamati setiap hari ketika penelitian dilakukan.

#### 5. Geometri lereng

Geometri lereng mencakup tinggi lereng, lebar jenjang, sudut kemiringan lereng serta banyaknya lereng (*single bench*, *multi bench*) yang menjadi objek penelitian. Lereng yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kestabilan lereng menjadi buruk dan cenderung menjadi mudah longsor. Lereng menjadi semakin kurang stabil bila kemiringannya besar, tetapi lereng yang kemiringannya semakin besar sangat menguntungkan. Sehingga diperlukan perancangan lereng yang aman dan ekonomis. Untuk data dari geometri lereng dapat di ambil dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan secara manual dengan menggunakan meteran untuk tinggi jenjang dan lebar jenjang serta menggunakan kompas geologi untuk mengukur kemiringan lereng atau dapat menggunakan instrument pengukuran berupa *total station*

atau Theodolite. Cara komputasi dengan menggunakan data penampang yang didapatkan dari hasil sayatan peta topografi/situasi pada lereng daerah penelitian.

#### 6. Air tanah

Air tanah adalah air yang terdapat di bawah permukaan pada zona jenuh atau air yang mengisi rongga-rongga pori tanah atau batuan. Air tanah merupakan salah satu komponen dalam suatu daur hidrologi yang berlangsung di alam saat ini. Air tanah terbentuk dari air hujan yang meresap ke dalam tanah di daerah resapan air tanah dan mengalir melalui media lapisan batuan yang bertindak sebagai lapisan pembawa air dalam satu cekungan air tanah yang berada di bawah.

Muka air tanah ialah permukaan atas air tanah yang sering kita jumpai ketika melakukan penggalian atau pengeboran. Pengertian muka air tanah lainnya adalah muka air tanah adalah garis dimana tekanan air pori bernilai nol dan menjadi batas nilai tekanan air pori yang negative dan positif. Rembesan terjadi di atas dan di bawah muka air tanah berdasarkan hukum mekanika tanah dengan pengecualian jika tanah terdiri atas bahan berbutir kasar, seperti pasir atau kerikil, keadaannya sangat berbeda, air dapat mengalir dari pasir dengan lancar sehingga muka air tanah akan menjadi batas atas dari daerah rembesan. Pada lereng yang terdiri dari material tanah muka air tanah merupakan salah satu faktor utama ketidakstabilan lereng. Hal ini disebabkan oleh muka air tanah yang dangkal menjadikan lereng sebagian besar menjadi basah dan tanah mempunyai kandungan air yang tinggi. Tanah dengan kandungan air yang tinggi membuat kekuatan

lereng menjadi rendah, dikarenakan air yang terkandung dalam butiran tanah akan menambah bobot dari lereng tersebut.

Pada keadaan lereng yang miring maka keadaan muka air tanah juga akan miring mengikuti bentuk lereng. Hal ini berarti air akan terus merembes ke bawah. Air masuk ke bagian atas lereng dari dua sumber yaitu dari air hujan yang turun langsung pada permukaan lereng dan rembesan air yang masuk ke dalam lereng dari daerah sekitarnya. Air rembesan kemudian muncul kembali pada bagian lereng yang lebih rendah dan pada dasar lereng.

#### 7. Sifat fisik dan sifat mekanik tanah

Sifat fisik dan mekanik tanah yang diperlukan untuk menganalisis kestabilan lereng adalah (Bowles, 1989):

##### 1. Berat satuan tanah (*unit weight*)

Berat satuan tanah merupakan perbandingan antara Berat total/volume total ( $M/V$ ). Nilai berat satuan tanah dapat diperoleh dilapangan atau dilaboratorium dengan cara yang sederhana.

Untuk menentukan berat satuan tanah di laboratorium, dibutuhkan contoh tanah asli (tak terganggu). Maksud dari tanah asli adalah contoh tanah yang diambil dari bawah tanah yang masih memiliki sifat aslinya. Setelah mendapatkan contoh tanah asli tersebut contoh tanah di masukan kedalam sebuah cawan (dengan isi yang penuh) yang sebelumnya telah dilakukan penimbangan berat cawan, pengukuran tinggi cawan dan diameter cawan. Setelah itu contoh tanah ditimbang untuk mendapatkan beratnya, lalu menghitung volume berdasarkan

ukuran dari cawan yang telah diukur. Perbandingan antara berat dengan volume akan menghasilkan nilai berat satuan tanah.

Untuk menghitung berat satuan volume dilapangan cara yang paling sederhana adalah dengan menggunakan tabung contoh agar volumenya dapat dihitung dengan mudah. Apabila tabung contoh tidak ada dapat menggunakan pipa PVC ukuran 2 inchi sepanjang 50 cm yang telah ditimbang beratnya. Contoh tanah yang telah ada didalam tabung atau pipa ditimbang kemudian menghitung berat satuan tanah dengan membandingkan berat total tanah dengan volume total tanah.

## 2. Sudut Geser Dalam tanah

Sudut geser dalam tanah juga sering disebut sudut gesek dalam tanah memiliki pengertian yang sama yang merupakan suatu garis yang terbentuk secara linear karena perbandingan tegangan geser dan tegangan normal. Garis ini membentuk sudut sebesar  $\phi$  terhadap horisontal. Sudut inilah yang disebut sudut geser dalam. Semakin besar nilai sudut geser dalam tanah maka kekuatan dari tanah dalam mempertahankan posisi stabil semakin kuat pula dan sebaliknya. Nilai dari sudut geser tanah dapat dicari dengan melakukan pengujian dilaboratorium menggunakan pengujian geser langsung atau *direct shear* untuk tanah berbutir kasar atau *triaxial* untuk tanah berbutir halus.

### 3. Kohesi tanah

Kohesi tanah merupakan gaya perlekatan dari tanah semakin lekat suatu partikel tanah berlekatan dengan partikel lain maka semakin besar nilai kohesi tanah dan semakin kuat tanah dalam mempertahankan posisi kestabilannya. Nilai kohesi tanah didapat bersamaan dengan nilai gaya geser dalam tanah.

#### 2.3.2 Teori Analisis Kestabilan Lereng

Analisis kestabilan lereng pada umumnya didasarkan pada konsep keseimbangan plastis batas (*limit plastic equilibrium*) dalam Albataineh, 2006. Maksud dari analisis kestabilan lereng adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial. Dalam analisis kestabilan lereng, beberapa anggapan dibuat, yaitu:

1. Kelongsoran lereng terjadi di sepanjang permukaan bidang longsor tertentu dan dianggap sebagai masalah bidang dua dimensi.
2. Massa tanah yang longsor dianggap sebagai benda massif.
3. Tahanan geser dari massa tanah, di sembarang titik sepanjang bidang longsor tidak tergantung dari orientasi permukaan longsor, atau dengan kata lain, kuat geser tanah dianggap isotropis.
4. Faktor aman di definisikan dengan memperhatikan tegangan geser rata-rata sepanjang bidang longsor potensial dan kuat geser tanah rata-rata sepanjang permukaan longsor. Jadi, kuat geser tanah mungkin terlampaui di titik-titik tertentu pada bidang longsornya, padahal faktor aman hasil hitungan lebih besar dari 1.

Faktor aman didefinisikan sebagai perbandingan nilai antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan (Nermeen Albataineh, 2006), atau dengan persamaan:

$$F = \frac{S}{S_d} \dots\dots\dots(II)$$

keterangan:

F = Nilai Faktor Keamanan

S = Kekuatan geser tanah maksimum (kN/m<sup>2</sup>)

S<sub>d</sub> = Tegangan geser (kN/m<sup>2</sup>)

Dalam analisis kestabilan lereng, tegangan geser terjadi akibat berat butiran tanah (*unit weight*) yang juga merupakan berat beban dari lereng itu sendiri sehingga tegangan geser memiliki satuan kN/m<sup>2</sup>. Tegangan geser yang telah diketahui nilainya kemudian dibandingkan dengan kekuatan geser tanah maksimum sehingga akan didapatkan nilai Faktor Keamanan.

### 2.3.3 Metode Analisis Kestabilan Lereng

Metode analisis kestabilan lereng banyak dikenal, tetapi secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu: cara pengamatan visual, cara komputasi dan cara grafik (Nermeen Albataineh, 2006) sebagai berikut:

1) Cara pengamatan visual adalah cara dengan mengamati langsung di lapangan dengan membandingkan kondisi lereng yang bergerak atau diperkirakan bergerak dan yang yang tidak, cara ini memperkirakan lereng labil maupun stabil dengan memanfaatkan pengalaman di lapangan. Cara ini kurang teliti, tergantung dari pengalaman seseorang. Cara ini dipakai bila tidak ada resiko longsor terjadi

saat pengamatan. Cara ini mirip dengan memetakan indikasi gerakan tanah dalam suatu peta lereng.

2) Cara komputasi adalah dengan melakukan hitungan berdasarkan rumus (Fellenius, Bishop, Janbu, Sarma, Bishop modified dan lain-lain). Cara Fellenius dan Bishop menghitung Faktor Keamanan lereng dan dianalisis kekuatannya. Menurut J.E. Bowles (1989), pada dasarnya kunci utama gerakan tanah adalah kuat geser tanah yang dapat terjadi: (a) tak terdrainase, (b) efektif untuk beberapa kasus pembebanan, (c) meningkat sejalan peningkatan konsolidasi (sejalan dengan waktu) atau dengan kedalaman, (d) berkurang dengan meningkatnya kejenuhan air (sejalan dengan waktu) atau terbentuknya tekanan pori yang berlebih atau terjadi peningkatan air tanah. Dalam menghitung besar Faktor Keamanan lereng dalam analisis lereng tanah melalui metode sayatan, hanya longoran yang mempunyai bidang gelincir saja yang dapat dihitung.

3) Cara grafik adalah dengan menggunakan grafik yang sudah standar (Taylor, Hoek & Bray, Janbu, Cousins dan Morganstren). Cara ini dilakukan untuk material homogen dengan struktur sederhana. Material yang heterogen (terdiri atas berbagai lapisan) dapat didekati dengan penggunaan rumus (cara komputasi). Stereonet, misalnya diagram jaring Schmidt (Schmidt Net Diagram) dapat menjelaskan arah longoran atau runtuhuan batuan dengan cara mengukur strike/dip kekar-kekar (joints) dan strike/dip lapisan batuan.

## 2.4 Metode Bishop

Metode irisan yang menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi-sisi irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal (A.W. Bishop, 1964). Persamaan kekuatan geser dalam tinjauan tegangan efektif yang dapat dikerahkan tanah, hingga tercapainya kondisi keseimbangan batas dengan memperhatikan Faktor Keamanan adalah sebagai berikut:

$$S = \frac{c'}{F} + (\sigma - u) \frac{\tan \phi'}{F} \dots \dots \dots (III)$$

keterangan:

S = Kekuatan geser tanah (kN/m<sup>2</sup>)

c' = Kohesi tanah (kN/m<sup>2</sup>)

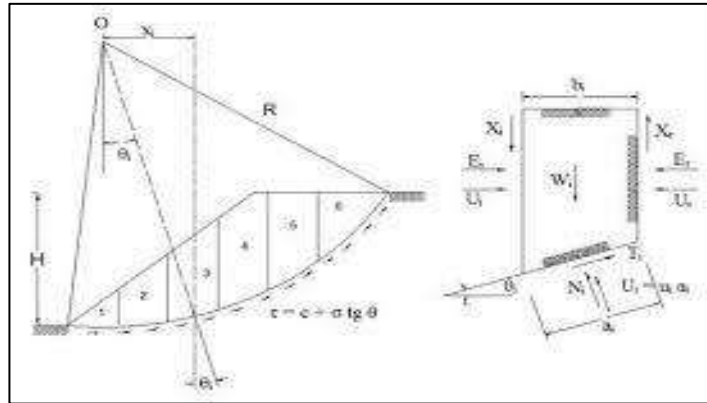
F = Nilai Faktor Keamanan

σ = Tegangan normal pada bidang longsor (kN/m<sup>2</sup>)

u = Tekanan air pori (kN/m<sup>2</sup>)

φ' = Sudut geser dalam efektif (°)

Metode Bishop dilakukan dengan membuat sayatan pada sebuah bidang yang berbentuk busur lingkaran. Untuk pembuatan busur lingkaran yaitu dengan membuat pusat busur lingkaran berdasarkan grafik. Kemudian setiap sayatan akan dihitung satu-persatu. Jadi, dapat dikatakan bahwa nilai Faktor Keamanan dari setiap sayatan ini berbeda dan nilai Faktor Keamanan terkecil (terkritis) akan diambil sebagai nilai Faktor Keamanan dari lereng.



Gambar 2.3 Gaya-gaya yang Bekerja pada Irisan Metode Bishop.

Sumber: (Bishop, 1964)

Perhitungan nilai faktor keamanan per-sayatan menjadikan hasil dari nilai Faktor Keamanan menggunakan metode Bishop memberikan nilai faktor aman yang mendekati nilai yang lebih teliti dibandingkan metode lain.

Persamaan Faktor Keamanan untuk analisis stabilitas lereng per-sayatan adalah sebagai berikut:

$$F = \frac{(c' + W_i \tan \phi_i) / m_i}{W_i \sin \phi_i} \dots \dots \dots (IV)$$

$$m_i = \cos \phi_i \left( 1 + \frac{\tan \phi_i \tan \phi_i'}{F} \right) \dots \dots \dots (V)$$

Keterangan:

$c'$  = Kohesi efektif (kN/m<sup>2</sup>)

$b_i$  = lebar irisan ke-i (m)

$W_i$  = berat irisan ke- i (m)

$m_i$  = angka stabilitas

$\phi_i$  = sudut yang didefinisikan dalam gambar (°)

$\phi'$  = sudut geser efektif dalam tanah ( $^{\circ}$ )

Persamaan Faktor Keamanan Bishop ini lebih sulit pemakaiannya dibandingkan dengan metode lain, selain itu membutuhkan cara coba-coba karena nilai faktor aman  $F$  ada di kedua sisi persamaannya. Lokasi lingkaran longsoran kritis dari metode Bishop, 1955 dalam A.W. Bishop, 1964, biasanya mendekati dengan hasil pengamatan di lapangan. Jadi, sebenarnya berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan metode Bishop bukan hanya nilai dari Faktor Keamanan yang dapat ditentukan tetapi juga bentuk dari longsoran yang akan terjadi.

Dalam praktik, diperlukan untuk melakukan cara coba-coba dalam menentukan bidang longsor dengan nilai Faktor Keamanan yang terkecil. Perlu diketahui bahwa tiap titik pusat lingkaran harus dilakukan pula perhitungan faktor aman untuk menentukan nilai faktor aman yang terkecil dari bidang longsor dengan pusat lingkaran pada titik tersebut, yaitu dengan mengubah jari-jari lingkaran.

Metode Bishop dipakai untuk menganalisis permukaan gelincir (*slip surface*) yang berbentuk lingkaran. Dalam metode ini diasumsikan bahwa gaya-gaya normal total berada/bekerja dipusat alas potongan dan bisa ditentukan dengan menguraikan gaya-gaya pada potongan secara vertikal atau normal. Persyaratan keseimbangan dipakai pada potongan-potongan yang membentuk lereng tersebut. Metode Bishop menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal (Bishop, 1955). Untuk lereng yang dibagi menjadi  $n$  buah *slice* (iris).

Tabel 2.4.1. Persamaan yang diketahui pada Metode Bishop

No	Persamaan yang ada	Jumlah
1	Keseimbangan normal	n
2	Keseimbangantangsial	n
3	Keseimbangan momen	n
	Total	3n

Tabel 2.4.2. Persamaan yang tidak diketahui pada Metode Bishop

No	Persamaan yang tidakdiketahui	Jumlah
1	Faktor Keamanan	1
2	Gaya-gaya normal total (P) pada dasar <i>slice</i>	n
3	Posisi gaya P	n
4	Gaya-gaya horisontal antar <i>Slice</i>	n-1
5	Gaya-gaya vertikal antar <i>Slice</i>	n-1
6	Tinggi gaya-gaya antar <i>slice</i>	n-1
	Total	5n-2

Maka diperlukan asumsi sebanyak  $(2n-2)$  agar masalah bisa diselesaikan secara statis tertentu.

Tabel 2.4.3. Asumsi Umum Persamaan pada Metode Bishop

No	Asumsi Umum	Jumlah
1	Posisi gaya normal pada pusat <i>slice</i>	N
2	Gaya antar <i>slice</i> vertikal adalah nol	n-1
	Total	2n-1

## 2.5 Faktor Keamanan

Faktor keamanan terhadap longsor didefinisikan sebagai perbandingan kekuatan geser maksimum yang dimiliki tanah dibidang longsor yang diandaikan (s) dengan tahanan geser yang diperlukan untuk keseimbangan( $\tau$ ),

$$\text{atau } Fk = \frac{s}{\tau}$$

Secara teoritis tingkat nilai faktor keamanan,

Tabel 2.5.1. Tingkat nilai Fk Teoritis

Fk	Keterangan
>1	Stabil
=1	Kritis
<1	Labil

Dalam praktek tingkat nilai faktor keamanan.

Tabel 2.5.2. Tingkat nilai Fk dalam praktek

Fk	Keterangan
>1,5	Stabil
$1,07 < Fk < 1,5$	Kritis
<1,07	Labil

Sumber: Bowles, 1984

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang dilakukan antara lain :

Rajagukguk, dkk (2004), Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Bishop (Studi Kasus : (Kawasan Citraland sta. 1000).

Analisis kestabilan lereng didapat berdasarkan nilai faktor keamanan dari suatu lereng menggunakan program *Rocsience Slide 6.0*. Soil properties didapat dari hasil geser langsung.

Tabel 2.6 hubungan antara Faktor Keamanan dan Parameter Geser Tanah

C	A			
	60°	54°	49°	43°
0,3	1,099	1,366	1,666	1,965
0,5	1,48	1,91	2,369	2,814

Tabel 2.6 hubungan antara Faktor Keamanan dan Parameter Geser Tanah  
(lanjutan)

0,7	1,866	2,463	3,075	3,664
0,9	2,258	3,021	3,785	4,516

Sumber: (Bishop.1994)

Hasil dari analisis kestabilan lereng yang berada di kawasan Citraland di Kota Manado dapat dilihat bahwa kondisi lereng dalam keadaan kritis yang mana nilai faktor keamanannya adalah 1,099. Dengan kondisi kritis tersebut perlu diadakan perbaikan lereng diantaranya menggunakan *End Anchored* yang mempunyai tujuan untuk memperkecil momen penyebab longsor.



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Umum

Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini merupakan metode gabungan yaitu metode kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif yang dimaksud adalah melakukan perhitungan terhadap nilai Faktor Keamanan lereng pada daerah penelitian dengan menggunakan parameter yang telah didapatkan. Sedangkan metode kualitatif yang dimaksud adalah membandingkan hasil dari perhitungan yang diperoleh dengan standar nilai yang menjadi acuan kualitas stabilitas lereng yang digunakan pada pembangunan jalan Ahmad Yani.

#### 3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berlokasi di daerah Purukcahu Kabupaten Murung Raya, tepatnya pada Jln. Ahmad Yani. Dimana pada lokasi terjadi longsor, tepatnya pada jalan.

Untuk mencapai lokasi B, dari Palangka Raya dapat dijangkau dengan rute : Palangka Raya –Puruk Cahu / Lokasi longsor, jarak antara Palangka Raya ke Puruk Cahu kurang lebih ( $\pm$ ) 405 km. Untuk mencapai lokasi dapat diakses dengan jalan darat menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat kurang lebih ( $\pm$ ) sembilan (9) jam perjalanan. Peta lokasi dapat dilihat pada peta berikut.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

Sumber: <http://maps.google.com>

### 3.3 Pengambilan Sampel dan Data

#### 3.3.1 Pengambilan Data Lapangan

##### 3.3.1.1 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel dilakukan secara langsung dilapangan dengan menggunakan bor geotek (bor mesin/drilling machine). Pengambilan sampel dengan bor mesin bertujuan memaksimalkan pengambilan sampel tanah hingga lapisan paling dalam, karena jika hanya memakai bor tangan/hand boring akan sangat sulit menjangkau lapisan tanah lebih dalam. Bor mesin menggunakan tenaga diesel sebagai penggerak bor. Alat ini mampu menjangkau lapisan tanah terdalam hingga  $\pm 100$  meter dari permukaan tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada titik bor dan untuk bor akan diambil sampel tanah dengan interpal 2 meter. Pengambilan sampel tanah dimaksud adalah untuk memenuhi sampel/material tanah yang akan diteliti/diuji dilaboratorium. Sampel yang dimaksud berupa

sampel tanah asli dan tanah timbunan yang ada pada lokasi longsor. Lalu sampel akan diteliti lebih lanjut di laboratorium mekanika tanah.

Langkah kerja yang dilakukan adalah:

1. Menentukan titik pengambilan sampel.

Menentukan titik bertujuan memudahkan pekerjaan selanjutnya pada saat pengeboran. Karena penentuan titik pengambilan sampel akan memudahkan pengebor dilapangan akan dimana titik-titik bor dilaksanakan.

2. Menentukan kedalaman pengeboran untuk pengambilan sampel.

Kedalaman lapisan yang akan kita jangkau mengacu kepada data yang dibutuhkan. Dan menghemat biaya yang keluar/serta estimasi waktu.

3. Pengambilan sampel/material yang akan diuji.

Pengambilan sampel ini dilakukan dengan cara mengebor tanah, dengan mata bor yang berputar yang akan terus membuka tiap lapisan tanah dan sampel tanah yang diambil akan masuk kedalam tabung *Shelby* yang gunanya membungkus serta mengamankan sampel tanah yang diambil.

Alat dan bahan yang digunakan dalam pelaksanaan pengambilan sampel adalah:

1. Bor geotek/*drilling machine*.
2. Tabung *Shelby*.
3. Stang hand bor.
4. Mata bor.
5. Unit penggerak bor/mesin *diesel*.

### 3.3.1.2 Pengambilan Data Geometri Lereng

Pengambilan data permukaan lereng dimaksud adalah untuk mengetahui bentuk dan permukaan lereng. Dari data yang didapat, bisa ditampilkan gambar permukaan lereng pada daerah longsor yang diteliti. Dimana data ini diperlukan untuk mencocokkan bentuk lereng di lapangan dengan model longsor setelah analisa.

Alat dan bahan yang diperlukan dalam pengambilan data ini adalah:

1. *Theodolite*
2. Rambu ukur
3. Alat tulis

### 3.3.2 Pengujian Laboratorium

Pengujian laboratorium bertujuan untuk menguji sampel bor yang diambil dari lapangan. Pengujian yang dilakukan adalah untuk menguji karakteristik tanah, mulai dari sifat fisik dan sifat mekanik tanah. Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah milik CV. BORNEO GEOTECH yang beralamat di Jln. Menteng no.10, Palangka Raya.

Pengujian laboratorium meliputi:

1. Uji triaksial atau directshear.

Pengujian triaksial/directshear bertujuan mengetahui kohesi ( $c$ ) dan sudut geser ( $\phi$ ). Namun terdapat perbedaan diantara keduanya, dimana triaksial melakukan pembebanan tiga arah, sedangkan directshear dua arah. Pada pengujian ini, sampel akan langsung dikeluarkan dari tabung sampel, dan dibuat sesuai cetakan. Pada saat pengujian akan dilakukan penekanan pada sampel yang diuji. Dan

pembacaannya dapat dilihat/dibaca pada alat baca yang disebut *directshear apparatus*.

2. Uji batas cair.

Batas cair maksudnya, kadar air minimum di mana tanah masih bisa mengalir akibat berat tanah itu sendiri. Maka pengujian ini bertujuan menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas cairnya. Pengujian batas cair dilakukan dengan alat *Casagrande*, yaitu dengan memukul-mukulkan naik turun cawan alat yang berisi sampel yang sebelumnya sudah diberi alur. Pukulan di hentikan bila terlihat alur itu menyatu.

3. Uji kadar air.

Kadar air tanah adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dan berat kering tanah.

4. Uji ayakan.

Tanah adalah material berbutir. Maksud dari uji ayakan adalah untuk melihat gradasi butiran tanah atau penyebaran ukuran butiran tanah.

5. Uji hidrometer.

Pengujian hydrometer bertujuan untuk mengetahui jenis tanah. Terutama tanah yang berbutir sangat halus, atau lolos saringan 200. Layaknya lempung atau lanau kedua ini sangat sulit dibedakan tanpa pengujian ini.

6. Uji berat jenis.

Berat jenis tanah adalah angka perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air suling pada volume yang sama dan suhu tertentu. Pengujian berat jenis bertujuan mengetahui berat jenis tanah yang diuji. Uji berat jenis dilakukan

dengan cara melakukan vakum atau mendidihkan piknometer yang berisi sampel tanah, yang sama-sama membuang udara dalam tanah.

### 3.3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dimaksud adalah pengolahan data yang didapat dilapangan dan hasil pengujian dilaboratorium. Pengolahan data dilakukan menggunakan metode kelongsoran manual, yaitu dengan mengupload data hasil kedalam metode secara benar.

### 3.4 Tata Laksana Penelitian

Tata laksana dalam melakukan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Memulai penelitian dengan membuat latar belakang dari permasalahan yang ingin diteliti. Setelah latar belakang diketahui secara pasti maka mulai membuat judul penelitian.
2. Merumuskan masalah berdasarkan latar belakang penelitian.
3. Mencari studi literatur baik melalui penelitian terdahulu maupun teori-teori yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti.
4. Setelah mendapatkan persetujuan untuk melakukan penelitian baik dari dosen pembimbing akan dilakukan penelitian maka langkah selanjutnya adalah persiapan pengambilan data.
5. Pengambilan data, baik data primer maupun sekunder.

Data primer terdiri dari:

- Keadaan material tanah asli dan timbunan yang terdapat pada lokasi longsor (hasil uji lab).
- Sifat fisik dan mekanik tanah pada lokasi penelitian.

- Nilai Faktor Keamanan lereng pada lereng (hasil diperoleh dari analisis sudut geser dari pengujian lab).

Data sekunder terdiri dari:

- Geometri lereng
6. Melakukan pengolahan data menggunakan Metode Kelongsoran Manual.
  7. Melakukan analisis dan pembahasan terkait rumusan masalah dan tujuan penelitian.
  8. Pembuatan laporan penelitian Tugas Akhir.

### **3.5 Tata Laksana Pengambilan Data Lapangan**

Langkah kerja dalam mengambil data lapangan secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Sebelum pengambilan data lapangan terlebih dahulu dilakukan observasi lapangan dengan tujuan untuk mengetahui tempat, serta kondisi lapangan tempat pengambilan data lapangan.
2. Melakukan pengamatan dan pengukuran geometri lereng.
3. Melakukan pengambilan sampel tanah menggunakan bor mesin.
4. Melakukan pekerjaan geolistrik, untuk mengetahui resistivitas tanah.
5. Selain data geometri lereng, sampel tanah, dan data geolistrik data lain yang dapat diambil sebagai data penunjang adalah kondisi rekahan tanah pada punggung lereng, langkah kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut: apabila terdapat rekahan tanah pada punggung lereng maka harus dilakukan pengukuran kedalaman rekahan yang dapat diukur, panjang rekahan serta lebar rekahan dan jarak rekahan dari *crest* lereng

6. Mengamati rembesan air tanah pada kaki lereng sebagai salah satu parameter dalam melakukan analisis kestabilan lereng. Parameter muka air tanah juga bisa didapatkan dari hasil pemboran pada area lereng. Langkah dalam mengambil data muka air tanah pada lubang bor adalah dengan mengukur manual menggunakan meteran tangan paling sedikit sebanyak 3 kali pengulangan lalu mencatat hasil yang didapatkan.

### **3.6 Tata Laksana Pengujian Laboratorium**

Pengujian laboratorium dilakukan untuk menganalisis/melakukan pengujian terhadap sampel tanah yang diambil dari lokasi penelitian. Pengujian dilakukan terhadap data/parameter apa saja yang dibutuhkan untuk menganalisis lereng, pada saat pengolahan data.

Garis besar pengujian laboratorium sebagai berikut:

1. Uji geser langsung, pengujian ini dilakukan pada sampel tanah yang dikeluarkan langsung dari tabung shelby. Pada sampel yang akan diuji akan dilakukan penekanan.
2. Uji batas cair, dilakukan menggunakan alat yang disebut Casagrande.
3. Uji kadar air, diperoleh dari hasil konfersi nilai timbangan tanah saat basah dengan tanah setelah dilakukan pengeringan dengan oven.
4. Uji ayakan, dilakukan untuk mengetahui gradasi butiran.
5. Uji hidrometer, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jenis tanah yang lewat saringan 200.
6. Uji berat jenis, dilakukan dengan cara melakukan vakum atau mendidihkan piknometer yang berisi sampel tanah, yang sama-sama membuang udara dalam tanah.

7. Setelah semua data didapat, barulah dilakukan pengolahan data.

### 3.7 Tata Laksana Pengolahan Data

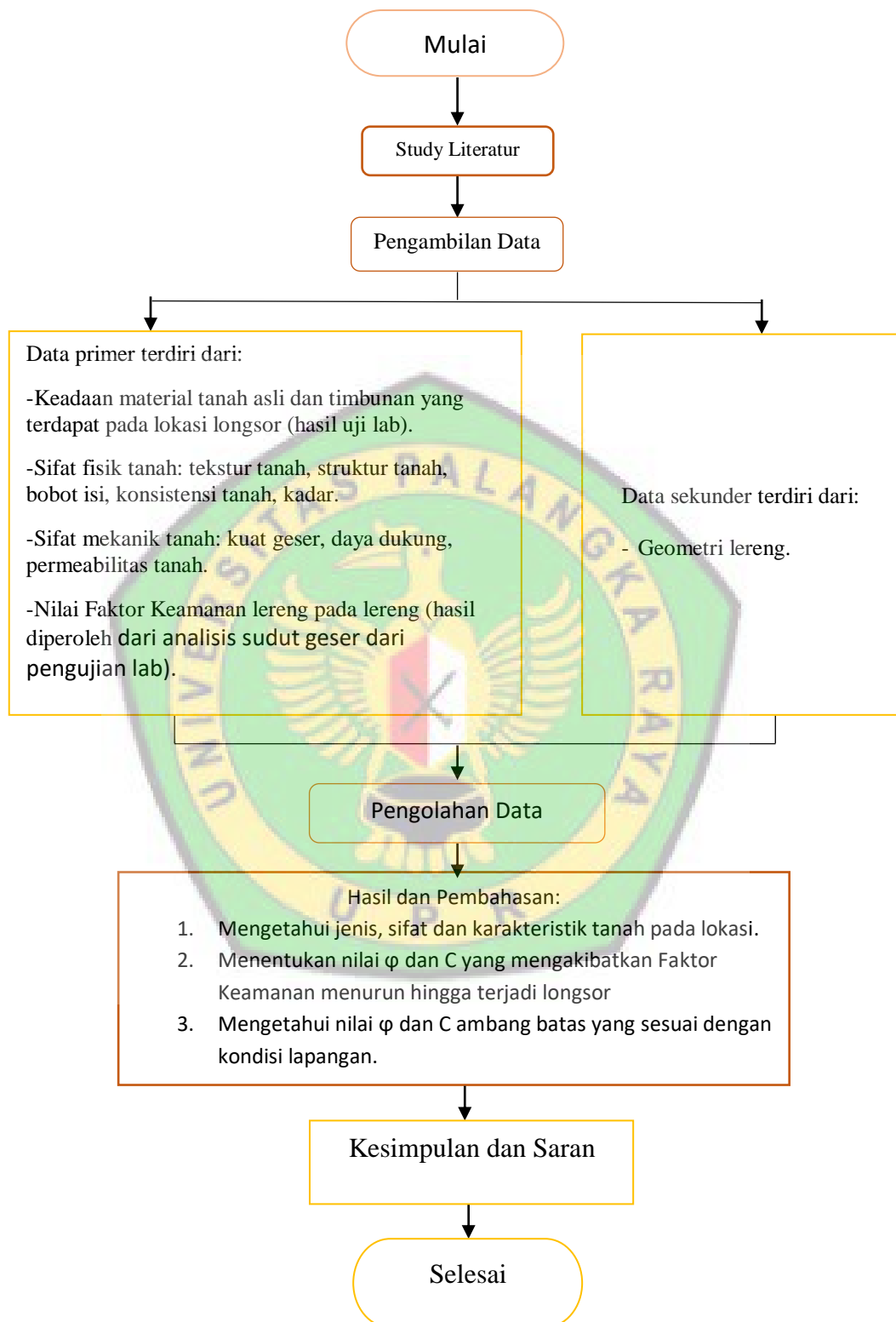
Pengolahan data dalam penelitian tugas akhir ini menggunakan Metode Kelongsoran Manual dan analisis stabilitas lereng yang digunakan adalah metode Bishop. Adapun tata laksana dari pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data yang terdiri dari geometri lereng, sudut geser tanah, kohesi tanah, bobot isi tanah, serta kondisi muka air tanah pada lereng.
2. Data geometri lereng digunakan untuk menggambarkan bentuk lereng menggunakan Metode Kelongsoran Manual dengan cara memasukan nilai jarak datar dan ketinggian.
3. Setelah bentuk lereng selesai digambarkan maka masukan parameter muka air tanah. Apabila parameter muka air tanah tidak tersedia maka dapat diasumsikan bahwa muka air tanah mengikuti dari bentuk lereng. Pengasumsian ini dilakukan untuk mengantisipasi apabila lereng dalam keadaan jenuh air. Serta dapat diasumsikan pula kondisi lereng dalam keadaan tidak jenuh air sehingga terdapat dua model lereng yang berbeda.
4. Menggambarkan lapisan material lereng berdasarkan stratigrafi yang diperoleh dari hasil pemboran. Setelah selesai menggambarkan keadaan lapisan material lereng maka dilakukan *input* nilai parameter tanah.
5. Setelah semua parameter selesai dimasukan dan dirasa benar maka selanjutnya melakukan perhitungan nilai Faktor Keamanan menggunakan salah satu fungsi (*Analysis, Compute*) pada Metode Kelongsoran Manual.

6. Menampilkan hasil perhitungan nilai Faktor Keamanan dengan salah satu fungsi (*Analysis, Interpret*) pada Metode Kelongsoran Manual. Mengeksport gambar ke format JPEG dan menyimpan gambar sebagai hasil dari perhitungan Faktor Keamanan pada lereng penelitian.



### 3.8 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian Tugas Akhir

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data penelitian di lapangan, dan dari pengujian laboratorium, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Jenis tanah pada lapisan longsor termasuk lempung anorganik dengan plastisitas tinggi atau CH, lempung berpasir (berbutir kasar), dan lempung gemuk (*fat clays*).
2. Dari hasil pengujian kuat geser langsung, nilai  $\phi$  dan  $c$  di lokasi longsor, maka didapat pada lapisan nilai  $\phi = 10^\circ$  dan  $c = 130 \text{ kN/m}^3$  pada lapisan pertama dan nilai  $\phi = 16^\circ$  dan  $c = 90 \text{ kN/m}^3$  pada lapisan kedua.
3. Nilai faktor keamanan (*safety factor*) pada longsor di Jalan Ahmad Yani, Kota Puruk Cahu adalah  $FK = 2,3$  yang berarti tingkat kelongsoran jarang terjadi (relatif stabil) pada saat kondisi kering atau pada saat kondisi lereng tidak dipengaruhi oleh tekanan air pori dan  $FK = 0,91$  yang berarti tingkat kelongsoran pada lereng lebih rentan terjadi pada saat hujan karena curah hujan yang tinggi dapat mempengaruhi nilai  $\phi$  ( $\phi$ ) dan kohesi ( $c$ ) menurun yang mengakibatkan terjadinya longsor.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian tugas akhir ini maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Nilai faktor keamanan di lapangan hasil analisis perhitungan adalah 2,3. Nilai ini dapat dikatakan relatif stabil dan pada saat kondisi hujan  $FK = 0,91$  tingkat kelongsoran lebih rentan terjadi karena mengakibatkan nilai  $\phi$  ( $\varphi$ ) dan Kohesi ( $c$ ) menurun. Sebaiknya perlu dilakukan penanganan yang lebih baik lagi dan meningkatkan dengan melakukan peningkatan dinding penahan tanah, mengingat dinding penahan tanah sebelumnya tidak mampu menahan longsor.  
Ada baiknya dilakukan dengan melakukan kombinasi geotekstil dan dinding penahan tanah.
2. Terjadinya longsor pada bahu jalan akibat menurunnya nilai  $\phi$  ( $\varphi$ ) dan kohesi ( $c$ ) pada tanah akibat air, terutama akibat hujan. Kondisi air hujan yang tidak segera dialirkan atau lambatnya air meresap kedalam tanah sehingga mengakibatkan kantong-kantong air dalam tanah. Untuk itu perlu adanya peningkatan drainase yang baik untuk pengaliran air.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albaitaneh, Narmeen., 2006. *Perbandingan Nilai antara Gaya Menahan dan Gaya yang Menggerakkan*.
- Bishop, A.W., 1955. *The Use of Slip Surface in The Stability of Analysis Slopes, Geotechnique*, Vol 5. London
- Bowles, J. 1984. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Bowles, Joseph E., Hainim Johan K., 1991. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, Hari Christady. 1992. *Mekanika Tanah 1*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hari Christady. 1994. *Mekanika Tanah 2*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Hirawan, R.F., 1993, *Ketanggapan Stabilitas Lereng Perbukitan Rawan Gerakan tanah atas Tanaman Keras, Hujan & Gempa*, Disertasi, UNPAD, 302pp.
- Das, B.M. 1985. *Mekanika Tanah (Jilid 1)*. Surabaya: Erlangga.
- Das, B.M. 1994. *Mekanika Tanah (Jilid 2)*. Surabaya: Erlangga
- Sutarman E., 2013. *Konsep dan Aplikasi Pengantar Teknik Sipil*. ANDI. Bandung
- Tjokorda Gde Suwarsa Putra, Made Dodiek Wiryana Ardana dan Made Aryati. 2010. *Analisis Stabilitas Lereng Pada Badan Jalan Dan Perencanaan Perkuatan Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus Jalan Raya Selemadeg, Desa Bantas, Kecamatan Selemadeg Timur, Kabupaten Tabanan)*.
- Turangan, Octovian Cherianto Parluhutan Rajagukguk. 2014. *Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Bishop*.