

“Analisa Stabilitas Lereng Akibat Kelongsoran Pada Badan Gunung Di Ruas Jalan Kawasan Hative Besar Kota Ambon”

N. M. Y. Lewaherilla¹, N. Paulus², Helma Anita Boru Hutaeruk³.

^{1,2} Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw, Talake – Ambon

Gmail: nusyewaherila@gmail.com , npaulus@gmail.com

³ Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipauw, Talake – Ambon

Gmail: helmahutaeruk@gmail.com

Abstract

One of the natural disasters that often occurs is landslides. Usually occurs in mountainous areas, hills, steep slopes, and cliffs. Ambon City has a land area of 359.45 km² with a topography of 73% of the City area, which is a hilly area with steep slopes (30-45°) to very steep (>45°) and only about 17% of its plains can be classified as flat or gently sloping. with a slope (<30°). On the roads in the Hative Besar area, landslides often occur, so an analysis of slope stability is carried out to obtain the factor of safety and the causes of the occurrence of landslides. The research steps are in the form of direct measurements in the field, taking disturbed and undisturbed soil samples for laboratory testing. Then data analysis and calculations are carried out with processes including: Depiction of slope contours based on land measurement data, Soil classification, Calculation of safety factors, and factors that cause landslides. Based on the results of the calculation of the acquisition value analysis using trial and error calculations on the two methods, namely the Fellenius and Bishop methods from experiments 1 to 4, because the safety factor for slope stability $SF > 1.5$ the slope is stable. Then the calculated value of experiment 4 is taken with the smallest value of the 4 calculation results with the Fellenius Method $SF=1.67$ ground motion often occurs and the Simplified Bishop Method $SF=1.75$ ground motion rarely occurs.

Keywords: Slope Stability, Landslide, Safety.

1. PENDAHULUAN

Salah satu contoh bencana alam yang sering terjadi di Indonesia ialah longsor. Tanah longsor secara spesifik merupakan perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut bergerak ke bawah atau keluar lereng. Biasanya terjadi di daerah pegunungan, bukit, lereng curam, maupun tebing. Masalah longsor dapat berdampak pada aktivitas manusia di lingkungan sekitar dan membuat keterhambatan pada aktivitas atau bahkan membuat masalah besar yang memakan korban, misalnya pada longsor yang terjadi di ruas jalan.

Daerah Kota Ambon merupakan daerah yang mempunyai ketinggian dan berbukit. Kota Ambon memiliki luas daratan 359,45 km² dengan topografi 73% wilayah Kota merupakan daerah perbukitan dengan kemiringan lereng terjal (30-45°) hingga sangat terjal (>45°) dan hanya sekitar 17% dari wilayah datarannya yang dapat dikelompokkan datar atau landai dengan kemiringan lereng (<30°). Seiring dengan pertumbuhan penduduk Kota Ambon yang berkembang maka diperlukan sarana jalan raya yang aman dan nyaman untuk mendukung kegiatan penduduk setempat. Ruas Jalan di daerah berbukit Kota Ambon salah satunya ialah ruas jalan pada kawasan Hative Besar. Kawasan ini seringkali

terjadi longsor yang dapat mengganggu aktivitas masyarakat setempat.

Jalan merupakan suatu konstruksi bangunan sipil yang digunakan sebagai prasarana transportasi. Jalan merupakan fasilitas penting bagi manusia agar dapat mencapai suatu daerah yang ingin dikehendaki. Konstruksi bangunan sipil selalu berdiri diatas tanah dasar yang akan menerima dan menahan beban dari keseluruhan struktur di atasnya. Sedangkan tanah memiliki karakteristik dan sifat-sifat yang berbeda dari satu lokasi dengan lokasi yang lain.

Untuk membangun suatu konstruksi di daerah berbukit atau lereng maka dapat dilihat kondisi tanah yang ada pada lereng tersebut, apakah tanah tersebut stabil atau tidak. Analisis stabilitas lereng mempunyai peran penting pada konstruksi sipil. Analisa stabilitas lereng dilakukan untuk mengevaluasi kondisi kestabilan lereng dan bertujuan untuk mendapatkan angka faktor keamanan dari suatu bentuk lereng tertentu.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tanah Secara Umum

Tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*).

Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah. Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisik maupun kimiawi. Proses fisik antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan gletser, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan. Proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Pelapukan akibat proses kimia dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, air (terutama yang mengandung asam alkali) dan proses-proses kimia yang lain. Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Akan tetapi, istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus. Sebagai contoh, lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis (Hardiyatmo. C. H. 2012).

2.1.1 Identifikasi Tanah

Nama-nama tanah dan batuan diberikan menurut ukuran diameter butiran atau tipe dari formasi batuan dan tanah.

1. Batuan dasar (*bed rock*)
Batuan yang masih ada pada tempat aslinya.
2. Batuan berangkal (*boulder*)
Batu yang telah terpisah dari batuan dasar berdiameter diantara 25 sampai 30 cm.
3. Kerikil (*gravel*) dan Pasir (*sand*)
Menurut *MIT nomenclature* butiran berdiameter > 2 mm disebut pasir. Pasir kasar 2–0,6 mm, pasir sedang 0,6–0,2 mm, dan pasir halus 0,2–0,06 mm.
4. Lanau organik (*Silt*)
Menurut *MIT nomenclature*, diameter butiran lanau berkisar diantara 0,06–0,02 mm.
5. Lempung (*clay*)
Menurut *MIT nomenclature*, lempung adalah mineral yang diameter kurang dari 0,002 mm.

2.2 Klasifikasi tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem penggolongan yang sistematis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat yang sama ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya (Das, 1995).

Sistem klasifikasi tanah dibuat pada dasarnya untuk memberikan informasi tentang karakteristik dan sifat-sifat fisis tanah. Karena variasi sifat dan perilaku tanah yang begitu beragam, sistem klasifikasi secara umum mengelompokkan tanah ke dalam kategori yang

umum dimana tanah memiliki kesamaan sifat fisis. Klasifikasi tanah juga berguna untuk studi yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis tanah seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi dan sebagainya (Joseph E. Bowles, 1989). Ada dua sistem klasifikasi tanah yang biasa digunakan, yaitu sistem klasifikasi AASHTO dan USCS.

2.2.1 Sistem Klasifikasi AASTHO

AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dikembangkan pada tahun 1929 dan mengalami beberapa kali revisi hingga tahun 1945 dan dipergunakan hingga sekarang, yang diajukan oleh *Commitee on Classification of Material for Subgrade and Granular Type Road of the Highway Research Board* (ASTM Standar No D-3282, AASHTO model M145). Sistem klasifikasi ini bertujuan untuk menentukan kualitas tanah.

Sistem klasifikasi AASTHO membagi ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7. Tanah berbutir yang 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-1, A-2, dan A-3. Tanah berbutir yang lebih dari 35% butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200 diklasifikasikan ke dalam kelompok A-4, A-5, A-6, dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung.

Tabel 1. Sistem Klasifikasi Tanah
(Sumber : AASTHO 1945)

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No 200)						
Klasifikasi Kelompok	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos))							
No 10	Maks 50		Min 51				
No 40	Maks 30	Maks 20	Maks 10	Maks 35			
No 200	Maks 15	Maks 25			Maks 35	Maks 35	Maks 35
0							
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40							
Batas Cair (LL)				Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 41
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir Halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
Klasifikasi Kelompok	A-4		A-5	A-6		A-7	
Analisis ayakan (% lolos))							
No 10							
No 40			Min 36		Min 36		Min 36
No 200	Min 36						
0							
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40							
Batas Cair (LL)							
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40	Maks 41		Maks 40	Maks 10		Min 41
	Maks 10	Maks 10					Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau			Tanah berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Bisa sampai jelek						

2.2.1 Unifield Soil Classification System (USCS)

Sistem ini pada mulanya di perkenalkan oleh casagrande tahun 1942 untuk di pergunakan pada pembuatan lapangan terbang yang di laksanakan oleh *the army corps of engineers* selama perang dunia II. Dalam rangka kerja sama dengan *united states bureau of reclamation* tahun 1952, sistem ini di sempurnakan (das,1995:70). *American society for testing and materials* (ASTM) memakai USCS sebagai metode standar untuk mengklasifikasikan tanah. Dalam bentuk sekarang, sistem ini banyak di gunakan dalam berbagai pekerjaan geoteknik

Tabel 2. Klasifikasi Tanah
(Sumber : USCS 1995)

Deskripsi Umum	Simbol	Nama Umum	Kriteria Klasifikasi
Tanah berbutir halus - 5% batuan lebih banyak No 200 Pasir < 5% lebih kasar Lempung < 5% Lempung organik < 10% Lempung organik > 10%	GW	Kerikil bergradasi baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} > 4$ $C_c = \frac{d_{30}}{d_{10}d_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW Batas-batas Atterberg dibawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas dibawah garis A atau $PI > 7$ $C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} > 6$, $C_c = \frac{d_{30}}{d_{10}d_{60}}$ antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW Batas-batas Atterberg dibawah garis A atau $PI < 4$ Batas-batas dibawah garis A atau $PI > 7$ Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasikan kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas atterberg yang termarka dalam daerah yang di antar batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol
	GP	Kerikil bergradasi buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
	GM	Klasifikasi berlemas, campuran kerikil-pasir-lempung	
	GC	Klasifikasi berlemas, campuran kerikil-pasir-lempung	
	SW	Pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
	SP	Pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
	SM	Pasir berlemas, campuran pasir-tanah	
	SC	Pasir berlemas, campuran pasir-lempung	
	ML	Lempung anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlemas, atau berlemas	
	CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlemas, lempung "kurus" (lean clay)	
Tanah berbutir halus 5% atau lebih lebih halus dari No 200 Lempung organik < 10% Lempung organik > 10%	OL	Lempung organik dengan plastisitas rendah	Diagram plastisitas: Untuk mengklasifikasikan kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas atterberg yang termarka dalam daerah yang di antar batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol
	MH	Lempung organik atau pasir halus diatomaceous yang elastis	
	CH	Lempung organik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (fat clay)	
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi	
Tanah-tanah dengan kandungan organik tinggi	PT	Peat (Gambut), dan tanah lain dengan kandungan organik tinggi	Manual untuk identifikasi secara visual, dapat dilihat di ASTM Designation D-2488

Dengan:

- S = pasir (*sand*)
 M = lanau (*silt*, huruf M singkatan dari *MO*, bahasa skandinavia)
 C = lempung (*clay*)
 O = organik (*organic*)
 Pt = gambut (*peat*). Huruf-huruf kedua dari klasifikasi dinyatakan dalam istilah-istilah
 W = gradasi baik (*well graded*)
 P = gradasi buruk (*poor graded*)
 L = plastisitas rendah (*low plasticity*)
 H = plastisitas tinggi (*high plasticity*)

2.3 Kuat Geser Tanah

Jika tanah dibebani, maka akan mengakibatkan tegangan geser. Apabila tegangan geser akan mencapai harga batas, maka massa tanah akan mengalami deformasi dan cenderung akan runtuh. Keruntuhan tersebut mungkin akan mengakibatkan fondasi mengembang atau pergeseran dinding penahan tanah atau longsoran timbunan tanah. Keruntuhan geser dalam tanah adalah akibat gerak relative antara butir-butir massa tanah. Jadi kekuatan geser ditentukan untuk

mengukur kemampuan tanah menahan tekanan tanpa terjadi keruntuhan.

Kekuatan geser tanah dapat dianggap terdiri dari tiga komponen sebagai berikut:

1. Geseran struktur karena perubahan jalinan antara butir-butir masa tanah.
2. Geseran dalam kearah perubahan antara butir-butir tanah sendiri dan titik-titik kontak yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.
3. Kohesi atau adhesi antara permukaan buutir-butir tanah yang tergantung pada jenis tanah dan kepadatan butirnya (Soedarmo, G Djatmiko dan purnomo, S. J. Edy.1993)

2.4 Penyelidikan Longsoran

Longsoran merupakan salah satu jenis gerakan masa tanah atau batuan menuruni atau keluar lereng. Tanah longsor terjadi karena ada gangguan kestabilan pada tanah dan batuan penyusun lereng. Penyebab dan sifat dari longsoran umumnya tidak bisa terlihat, karena penyebabnya tertutup oleh berbagai endapan geologi dan sistem air tanah. Identifikasi longsoran, penting untuk menentukan tipe dan penyebabnya, seringkali di lihat dari adanya penurunan jalan menggenbangnya perkerasan jalan dan terjadinya retakan.

2.4.1 Penyebab Terjadinya Longsor

Banyak faktor semacam kondisi-kondisi geologi dan hidrologi, topografi, iklim, dan perubahan cuaca dapat mempengaruhi stabilitas lereng yang mengakibatkan terjadinya Longsoran. Longsoran jarang terjadi oleh satu sebab saja. (Hardiyatmo 2014). Ada pun sebab-sebab longsoran lereng alam yang sering terjadi adalah :

1. Penambahan beban pada lereng
2. Pemotongan tanah pada kaki lereng
3. Penggalan yang mempertajam kemiringan lereng
4. Perubahan posisi muka air secara cepat
5. Kenaikan tekanan lateral oleh air
6. Gempa bumi atau getaran berlebihan
7. Penurunan tahanan geser tanah
8. Pembentukan lereng

2.5 Ketabilan Lereng

Kestabilan lereng adalah potensi lereng tanah tertutup untuk menahan dan mengalami pergerakan. Stabilitas ditentukan oleh keseimbangan tegangan geser dan kekuatan geser. Kemiringan yang sebelumnya stabil pada awalnya dipengaruhi oleh berbagai faktor, sehingga lereng secara kondisional menjadi tidak stabil (Klice dan Charles A.,1999 dan Eberhardt dan Erik,2003).

Tabel 3. Kisaran Faktor Keamanan (SF)
(Word R, 1978 dalam SNI 13-7124-2005,2005)

Faktor Keamanan	Kerentanan Gerakan Tanah
$\leq 1,2$	Tinggi : Gerakan Tanah Sering Terjadi
$1,2 \leq SF \leq 1,7$	Menengah : Gerakan Tanah Dapat Terjadi
$1,7 < SF \leq 2,0$	Rendah : Gerakan Tanah Jarang Terjadi
$> 2,0$	Sangat Rendah : Gerakan Tanah Sangat Jarang Terjadi

Pada dasarnya kestabilan lereng adalah tegangan dan kekuatan. Gaya gravitasi dan faktor lainnya bergabung untuk menghasilkan "kekuatan pendorong" yang berpotensi untuk memobilisasi massa tanah hingga terjadi keruntuhan. Kekuatan geser dalam tanah dan massa batuan memberikan "kekuatan penahan" untuk membantu mempertahankannya. Salah satu cara memeriksa stabilitas lereng adalah dengan menghitung Faktor Keamanan (SF) yang dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara daya tahan terhadap daya penggerak. Ketika Faktor Keamanan mendekati 1, kekuatan penangkal dan penggerak seimbang, dan kegagalan diasumsi segera terjadi hanya dengan sedikit pengurangan kekuatan penahan atau sedikit peningkatan tekanan pendorongnya. Faktor keamanan didefinisikan sebagai nilai bidang antara gaya yang menahan dan gaya menggerakkan, atau

$$SF = \frac{\tau}{\tau_d} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- τ = tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah
- τ_d = tegangan geser yang terjadi akibat gaya berat tanah yang akan longsor
- SF = faktor keamanan

Menurut teori *Mohr – Columnb*, tahanan terhadap tegangan geser (τ) yang dapat dikerahkan oleh tanah, disepanjang bidang longsornya, dapat dinyatakan oleh :

$$\tau = C + \tau \operatorname{tg} \emptyset \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- C = kohesi
- τ = tegangan normal
- $\emptyset$ = sudut geser dalam tanah

Nilai-nilai c dan θ adalah parameter kuat geser tanah di sepanjang bidang longsornya. Dengan cara yang sama, dapat dituliskan persamaan tegangan geser yang terjadi (τ_d) akibat beban tanah dan beban – beban lain pada bidangnya:

$$\tau_d = cd + \tau \tan \emptyset d \dots\dots\dots(3)$$

Dengan cd dan θd adalah kohesi dan sudut gesek dalam yang terjadi atau yang dibutuhkan untuk keseimbangan pada bidang longsornya. Substitusi nilai τ dan τ_d diperoleh persamaan faktor keamanan sebagai berikut :

$$SF = \frac{C + \tau \tan \emptyset}{cd + \tau \tan \emptyset d} \dots\dots\dots(4)$$

Persamaan keamanan dapat pula dituliskan dalam bentuk :

$$C + \tau \tan \emptyset = \frac{C}{SF} + \tau \frac{\tan C}{SF} \dots\dots\dots(5)$$

2.6 Metode Fellenius (*Ordinary Method of Slice*)

Metode Fellenius diperkenalkan pertama kali oleh Fellenius (1927) bahwa gaya memiliki sudut kemiringan paralel dengan dasar irisan faktor keamanan dihitung dengan keseimbangan momen. Fellenius menganggap gaya – gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor. Persamaan faktor keamanan sebagai berikut :

$$SF = \frac{\sum C_i + (\sum W_i \cos \emptyset_i) \tan \emptyset}{\sum W_i \sin \emptyset_i} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

- SF = faktor aman
- c = kohesi tanah (KN/m²)
- ϕ = sudut gesekan dalam tanah (o)
- α_i = panjang lengkung lngkaran pada irisan ke-I (m)
- W_i = berat irisan tanah ke-I (KN)
- $\emptyset_i$ = sudut yang didefinisikan

Metode Fellenius memberi faktor keamanan yang relatif lebih rendah dari hitungan yang lebih teliti. Batas-batas nilai kesalahan dapat mencapai kira-kira 5 sampai 40%, tergantung dari faktor keamanan, sudut pusat lingkaran yang dipilih, dan besarnya tekanan air pori yang ada.

Walaupun analisisnya ditinjau dalam tinjauan tegangan total, kesalahan masih merupakan fungsi dari faktor keamanan dan sudut pusat dari lingkarannya (Whitman & Bailly, 1967). Karena cara hitungannya yang sederhana dan kesalahan yang terjadi masih dianggap berada pada sisi yang aman.

2.7 Metode Bishop Disederhanakan (*Simplified Bishop Method*)

Metode Bishop (1955), juga didasarkan pada metode irisan yang telah dikembangkan sebelumnya. Metode ini menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi-sisi irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal.

Persamaan faktor keamanan sebagai berikut:

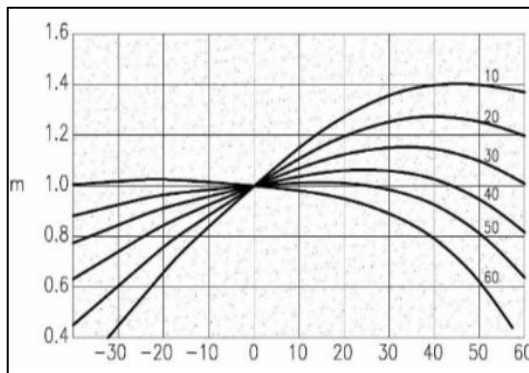
$$SF = \frac{[c' b_i + W_i \tan \varphi] \frac{1}{\cos \varphi_i (1 + \tan \varphi_i \tan \varphi / SF)}}{W_i \sin \varphi_i} \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

- SF = faktor kewanan
 C' = kohesi tanah efektif
 φ = sudut gesek dalam tanah
 b_i = lebar irisan ke-i
 W_i = lebar irisan tanah ke-i
 φ_i = sudut lereng

Persamaan faktor keamanan bishop ini lebih sulit pemakaiannya dibandingkan dengan metode fellenius. Metode ini masih membutuhkan cara coba-coba, karena nilai faktor keamanan (SF) nampak di kedua sisi persamaannya. Cara ini telah terbukti memberikan faktor keamanan dari hitungan yang dilakukan dengan cara lain yang lebih teliti. Untuk mempermudah hitungan dapat digunakan metode grafis dari Janbu (1956), untuk menentukan nilai fungsi M_i , dengan persamaan sebagai berikut :

$$M_i = \cos \varphi_i \cdot [1 + \tan \varphi_i \cdot \tan \varphi / SF] \dots \dots \dots (8)$$

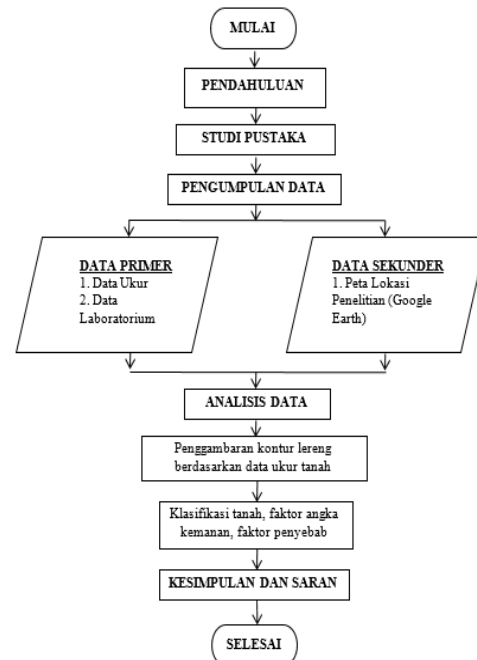


Gambar 1. Diagram Untuk Menentukan M, (Janbu dkk., 1956)

Lokasi lingkaran longsor kritis dan metode bishop (1995), biasanya mendekati nilai dari hasil pengamatan dilapangan karena itu, walaupun metode fellenius lebih muda, metode bishop (1995) lebih disukai karena menghasilkan penyelesaian yang lebih teliti. Dalam praktek diperlukan untuk melakukan cara coba-coba, dalam menemukan bidang longsor dengan nilai faktor keamanan yang terkecil.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian dilakukan pada Bulan Agustus tahun 2022. Lokasi penelitian yaitu Ruas Jalan Hative Besar Kota Ambon pada STA 28 + 312 – 28 + 348.



Gambar 3. Lokasi Penelitian
(Google earth, 2022)

3.3 Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data Pimer adalah data yang yang di peroleh dari pengamatan dan pencatatan langsung di lapangan.

- a. Data ukur yang diperoleh dari pengukuran langsung di lokasi penelitian.

- b. Hasil laboratorium, yang diperoleh dari hasil pengujian sampel tanah di laboratorium.
2. Data Sekunder
Data sekunder adalah data yang berupa dokumentasi yang telah ada sebelumnya yang digunakan untuk melengkapi data primer. Data sekunder yang diperoleh berupa Peta lokasi penelitian yang diambil menggunakan *google earth* (foto satelit).

3.4 Teknik Analisis Data

Analisa data yaitu melakukan perhitungan dengan proses analisa sebagai berikut :

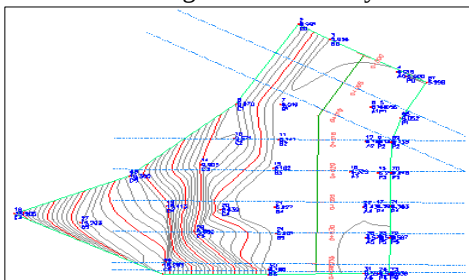
1. Penggambaran kontur lereng berdasarkan analisa perhitungan data ukur tanah
2. Klasifikasi tanah
3. Analisa kestabilan lereng berdasarkan angka faktor keamanan
4. Menganalisis faktor penyebab terjadinya longsoran.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data Ukur

Lereng merupakan suatu kondisi permukaan tanah yang membentuk sudut kemiringan tertentu yang banyak dijumpai pada berbagai pekerjaan konstruksi sipil. Untuk dapat mengetahui apakah lereng tersebut aman atau tidaknya perlu dilakukan survey langsung pada lokasi penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menganalisis angka faktor keamanan pada lereng tersebut.

Data yang didapat langsung ialah data pengukuran lokasi yang diambil dengan bantuan alat yang bertujuan untuk mengetahui gambaran bentuk permukaan tanah yang berupa situasi dan ketinggian serta posisi kenampakan secara rinci di daerah titik-titik longsor dan sekitarnya.



Gambar 4. Kontur Pada Lokasi

4.2 Penyelidikan Tanah

Data yang diperoleh atau disajikan ialah data yang didapatkan dari pengambilan sample dilapangan. Pengambilan sample dilakukan untuk tanah terganggu (*disturbed*) dan tak terganggu (*un*

disturbed). Dan melakukan pengujian di laboratorium berupa pengujian kadar air, berat jenis, analisa saringan, atterberg limit, berat isi, dan uji geser langsung (*direct shear test*).

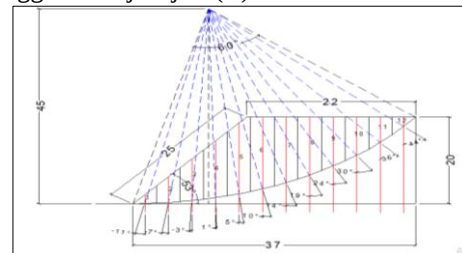
Tabel 4. Hasil Pengujian Laboratorium STA 28 + 312 – STA 28 + 348

No	Jenis Pengujian	Hasil	Satuan
1	Kadar Air (W)	42.7	%
2	Berat Jenis Tanah (G _s)	2.67	-
3	Berat Volume Tanah Basah (Y _b)	1.85	gram/cm ³
4	Berat Volume Tanah Kering (Y _d)	1.40	gram/cm ³
5	Berat Volume Butiran Padat (Y _s)	30	gram
6	Derajat Kejenuhan (Sr)	92.5	%
7	Porositas (n)	47.5	%
8	Angka Pori (e)	0.31	-
9	Nilai Kohesi (c)	0.72	KN/m ³
10	Sudut Geser (Ø)	25.5	-

4.3 Analisa Perhitungan Stabilitas Lereng

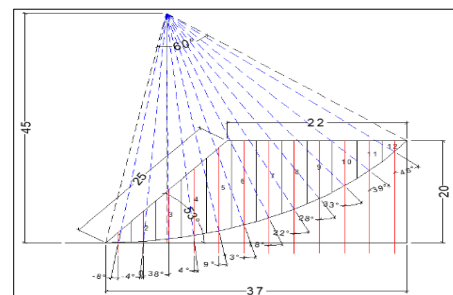
Analisa perhitungan faktor keamanan lereng menggunakan lengkungan lingkaran sebagai permukaan bidang longsor dilakukan dalam beberapa percobaan untuk mendapatkan angka faktor keamanan yang aman dan dibagi dalam beberapa bagian irisan tegak. Metode yang dipakai pada perhitungan yaitu Metode *Fellenius* dan Metode *Bishop* Disederhanakan .

Untuk penggambaran potongan existing bidang
lonsor dan penghitungan pada percobaan 1
menggunakan jari-jari (R) = 45



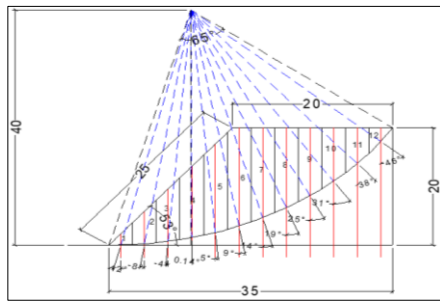
Gambar 5. Potongan Existing Bidang Longsor
Percobaan 1: STA 28+312 – STA 28+348

Untuk penggambaran potongan existing bidang longsor dan penghitungan pada percobaan 2 menggunakan jari-jari (R) = 45.



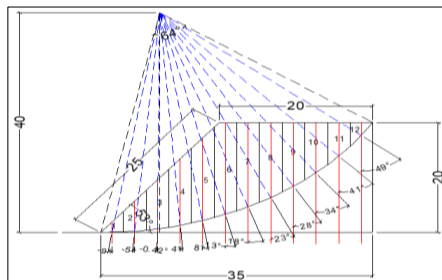
Gambar 6. Potongan Existing Bidang Longsor
Percobaan 2: STA 28+312 – STA 28+348

Untuk penggambaran potongan existing bidang
longsor dan penghitungan pada percobaan 3
menggunakan jari-jari (R) = 40



Gambar 7. Potongan Existing Bidang Longsor
Percobaan 3: STA 28+312 – STA 28+348
(Sumber : Hasil Analisis,2022)

Untuk penggambaran potongan existing bidang
longsor dan penghitungan pada percobaan 4
menggunakan jari-jari (R) = 40



Gambar 8. Potongan Existing Bidang Longsor
Percobaan 4: STA 28+312 – STA 28+348
(Sumber : Hasil Analisis,2022)

Perhitungan Faktor Keamanan

Data dari laboratorium :

$$\gamma = 13.73 \text{ KN/m}^3$$

$$C = 0.72 \text{ KN/m}^2$$

$$\varphi = 25.52^\circ$$

4.4 Rekapitulasi Analisa Faktor Keamanan

Analisis stabilitas lereng dengan cara Fellenius (1927), menganggap gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol ($R=0$) pada arah tegak lurus bidang longsor. Perhitungan nilai SF Metode Fellenius menggunakan Persamaan 6.

Analisis stabilitas lereng dengan cara Bishop (1955), menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada sisi-sisi irisan mempunyai resultan nol ($R=0$) pada arah vertikal. Perhitungan nilai SF Metode Bishop menggunakan Persamaan 7 dan Persamaan 8.

Faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan. Berikut adalah perbandingan antara

faktor aman dari lereng yang ditinjau berdasarkan beberapa percobaan perhitungan menggunakan Metode Fellenius Dan Metode Bishop Disederhanakan.

Tabel 5. Rekap Hasil Faktor Keamanan pada Ruas Jalan Hative Besar STA 28+312 – STA 28+348 (Hasil Analisis, 2022)

STA	Percobaan Perhitungan	Metode Fellenius	Metode Bishop Disederhan akan
STA 28+312 – 348	1	2.23	2.30
	2	1.74	1.80
	3	2.15	2.23
	4	1.67	1.75

Adapun angka keamanan untuk stabilitas lereng:

- SF < 1,5, lereng tidak stabil
- SF = 1,5, lereng dalam keadaan kritis.
- SF > 1,5, lereng stabil.

Dari hasil rekap angka keamanan lereng diatas dan dilihat pada tabel kisaran faktor keamanan terdapat perbedaan antara Metode Fellenius dan Bishop pada beberapa percobaan perhitungan. Pada percobaan 1 dan 3 Metode Fellenius dan Bishop termasuk dalam kategori gerakan tanah sangat jarang terjadi. Pada percobaan 2 Metode Fellenius dan Bishop termasuk dalam kategori gerakan tanah jarang terjadi. Pada percobaan 4 Metode Fellenius termasuk dalam gerakan tanah sering terjadi dan pada Metode Bishop Disederhanakan termasuk dalam kategori gerakan tanah sering terjadi.

Hasil perbandingan perhitungan diatas maka dapat diambil nilai kestabilan lereng pada percobaan perhitungan ke 4: untuk Metode Fellenius $SF = 1.67$ dan Metode Bishop Disederhanakan $SF = 1.75$. Karena pada angka keamanan untuk stabilitas lereng $SF > 1,5$ lereng sudah dalam kondisi stabil.

4.5 Identifikasi Faktor Penyebab Longsoran

Berdasarkan hasil analisa lereng faktor penyebab terjadinya longsor pada ruas jalan kawasan Hative Besar Kota Ambon pada STA 28+312 –28+348 yaitu penggalian atau pemotongan kaki lereng, bertambahnya beban pada lereng seperti beban dinamis ,tekanan lateral yang diakibatkan oleh curah hujan serta penurunan sudut geser tanah pembentuk lereng akibat kenaikan kadar air.

4.6 Metode Penanganan Stabilitas Lereng.

Berdasarkan faktor penyebab terjadinya longoran perlu dilakukan langkah untuk mencegah longoran yang lebih besar terjadi yaitu dengan menggunakan metode seperti :

1. Merubah geometri lereng dengan cara menggali material yang berada pada zona labil
2. Mengontrol drainase dan rembesan dengan cara menurunkan muka air tanah atau kadar air tana pada lereng
3. Pembuatan struktur untuk stabilisasi dengan bangunan dinding penahan tanah yang jauh lebih efisien.
4. Untuk penanganan lereng yang paling baik arsitekturnya adalah dengan metoda pasangan batu (*masonry*).

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada kelongsoran kawasan Hative Besar Kota Ambon dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan angka keamanan kestabilan lereng dari perolehan nilai analisa dengan menggunakan perhitungan coba-coba menggunakan dua metode yaitu Metode Fellenius dan Metode Bishop Disederhanakan dari percobaan 1 sampai 4, Karena pada angka keamanan untuk stabilitas lereng $SF > 1,5$ lereng sudah dalam kondisi stabil. Maka diambil nilai perhitungan pada percobaan 4 dengan nilai yang paling terkecil dari ke4 hasil perhitungan tersebut yaitu dengan nilai angka keamanan pada Metode Fellenius $SF = 1.67$ gerakan tanah sering terjadi dan Metode Bishop Disederhanakan $SF = 1.75$ gerakan tanah jarang terjadi.
2. Longsoran yang terjadi pada ruas jalan Kawasan Hative Besar Kota Ambon disebabkan oleh penggalian atau pemotongan tanah pada kaki lereng sebagai pemanfaatan transportasi, beban dinamis pada lereng yang disebabkan oleh tiupan angin pada tumbuh-tumbuhan, curah hujan sebagai pemicu gerakan tanah akibat tekanan lateral dan penurunan sudut geser tanah akibat kenaikan kadar air.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan yaitu sebagai berikut:

1. Diharapkan penelitian selanjutnya pada kestabilan lereng menggunakan perbandingan beberapa metode selain Fellenius dan Bishop untuk menentukan nilai angka keamanan.
2. Perlu dilakukan perhatian oleh pemerintah Kota Ambon agar dapat meninjau dan menanggulangi kelongsoran pada lereng kawasan Hative Besar Kota Ambon.
3. Diharapkan adanya penelitian lanjutan untuk menentukan bangunan pengaman lereng yang

tepat dalam mencegah kemungkinan terjadinya longsoran.

DAFTAR PUSTAKA

- Bishop, A.W. 1955, *The Use the Slip Circle in the Stability Analisis of Slopes*, Geotechnique, Vol 5, No 1, Hal 7-17.
- Bowles, Joseph E., Hainin Johan K., 1991. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*,. edisi kedua, penerbit erlangga, Jakarta.
- Das, B.M 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip- Prinsip Rekayasa Geotekniks)*. Jakarta. Erlangga 426.
- Fellenius, W. (1927). *Erdstaticche Derechnungen mit Reibung and Kohaesion*. Berlin, Ernts.
- Hardiyatmo, H. C. 2014. *Mekanika Tanah II*. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Hatalai, ddk 2020 *Alternatif Penanganan Lereng Di Desa Hatalai, Kota Ambon* Universitas Kristen Indonesia Maluku.
- <https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik/article/viewFile/889/692>.
- Janbu, N., Bjerrum, L. And Kjaernsli, B. (1956. *Veiledning ved Losningav Fundamentering soppgaver*. Publ. 16, Nor. Geotech. Institute, Oslo, pp.30-32.
- K, Nakuzawa, ddk., 2005. (*Mekanika Tanah dan Teknik pondasi*). Jakarta. PT Pradnya Paramita , Jakarta.
- Pangemanan, ddk. 2014. *Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius (Studi kasus Kawasan Citraland)*. Universitas Sam Ratulangi Manad. Manado.
- Soedarmo,G.Djarmiko dan purnomo, S.J.Edy. 1993. *Mekanika Tanah 1*. Kanisius Malang.
- Tasikmalaya,ddk. 2022. *Studi Analisa Stabilitas Lereng (Studi Kasus Lereng Bukit Cikirai Cikoneng Ciamis)*.Universitas Perjuangan, Kota Tasikmalaya, Indonesia.