

“Analisa Stabilitas Lereng Terhadap Ruas Jalan Hatalae-Kilang Kota Ambon STA 1+300 - 1+360”

N. M. Y. Lewaherilla¹, dan N. Paulus². Vichctoria A. W. Kolelupun³

^{1,2}Staf Pengajar Universitas Kristen Indonesia Maluku, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil

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

³Mahasiswa Universitas Kristen Indonesia Maluku, Jalan OT Pattimaipaw Talake - Ambon

Gmail : joungito@gmail.com

Abstract

Maluku Province, Ambon City has an area of 359.45 km² which is not spared from various types of natural disasters, one of which is landslides, especially on the highway network which is one of the most important land transportation infrastructure and is an element of regional development in Maluku Province. Hatalae road, Sirimau District, Ambon City, at kilometer 1 on the left side of the road there is a cliff area with a length of 60 m and a height of 15 m without cliff retaining buildings so that in certain situations such as rain can disrupt road user activities due to fears of landslides, so it is necessary to analyze the stability of the slope. Data analysis in this study includes: analysis of measuring data and soil investigation. Avalanches can occur on the road section of the Hatalae - Refinery Area of Ambon City caused by cutting soil at the foot of the slope as transportation utilization, dynamic loads caused by wind blowing, lateral pressure and decreasing soil shear angles. Based on safety factor analysis using the Fellenius Method SF=1.9 soil movement occurs frequently and the Simplified Bishop Method SF=1.7 soil movement is rare, meaning that the slope is already in stable condition.

Keywords: *slope stability, fellenius method, simplified bishop method, safety factor.*

1. PENDAHULUAN

Stabilitas lereng merupakan suatu faktor yang sangat penting dalam pekerjaan yang berhubungan dengan penggalian/penimbunan tanah, batuan dan bahan galian, karena menyangkut persoalan keselamatan manusia, keamanan serta kelancaran sarana transportasi (Stabilitas_lereng, n.d.). Keadaan ini berhubungan dengan berbagai macam jenis pekerjaan, misalnya pada pembuatan jalan, bendungan, penggalian kanal, penggalian untuk konstruksi, penambangan dan lain-lain.

Analisis kemantapan (stabilitas) lereng merupakan suatu bagian yang penting untuk mencegah terjadinya gangguan terhadap kelancaran produksi maupun kelancaran yang fatal. Dalam keadaan tidak terganggu (ilmiah) tanah dan batuan umumnya berada dalam keadaan seimbang terhadap gaya-gaya yang timbul dari dalam, apabila mengalami perubahan keseimbangan akibat pengangkatan, penurunan, penggalian,

Penimbunan, erosi atau aktivitas lain, maka tanah atau batuan itu akan berusaha untuk mencapai keadaan yang baru secara ilmiah. Ketiga hal diatas mempunyai peran penting dalam membentuk stabilitas lereng.

Provinsi Maluku, Kota Ambon memiliki luas wilayah 359.45km² yang tidak luput dari berbagai

jenis bencana alam salah satunya seperti tanah longsor, khususnya pada jaringan jalan raya yang merupakan salah satu prasarana perhubungan darat yang sangat penting dan merupakan unsur perkembangan wilayah di Provinsi Maluku.

Ruas jalan Hatalae Kecamatan Sirimau Kota Ambon, pada kilometer 1 di sisi jalan adanya daerah tebing dengan panjang 60 m dan ketinggian 15 m tanpa bangunan penahan tebing sehingga pada situasi tertentu seperti hujan dapat mengganggu aktivitas pengguna jalan akibat kekuatiran terjadinya longsor. Jarak tebing sendiri dengan jalan yaitu 2 m sehingga pada jalan tersebut telah dipasang papan peringatan pertanda daerah rawan longsor. Berdasarkan latar belakang ini maka akan dilakukan penelitian mengenai Stabilitas Lereng Terhadap Ruas Jalan Hatalae-Kilang STA 01+300 sampai STA 01+360.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. Tanah

Tanah merupakan lapisan teratas lapisan bumi. Tanah memiliki ciri khas dan sifat-sifat yang berbeda antara tanah di suatu lokasi dengan lokasi yang lain. Menurut Dokuchaev (1870) dalam Fauizek dkk (2018), Tanah adalah lapisan permukaan bumi yang berasal dari material induk yang telah mengalami proses lanjut, karena perubahan alami di bawah pengaruh air, udara, dan macam-macam organisme baik yang masih hidup maupun yang telah mati.

Tingkat perubahan terlihat pada komposisi, struktur dan warna hasil pelapukan.

2.1.1 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah pengelompokan berbagai jenis tanah kedalam kelompok yang sesuai dengan karakteristiknya. Sistem klasifikasi ini menjelaskan secara singkat sifat-sifat umum tanah yang sangat bervariasi namun tidak ada yang benar-benar memberikan penjelasan yang tegas mengenai kemungkinan pemakainya (Das, 1995). Tujuan klasifikasi tanah adalah untuk menentukan kesesuaian terhadap pemakaian tertentu, serta untuk menginformasikan tentang keadaan tanah dari suatu daerah kepada daerah lainnya dalam bentuk berupa data dasar. seperti karakteristik pemadatan, kekuatan tanah, berat isi, dan sebagainya (Bowles, 1989 dalam Adha 2014).

Dalam ilmu mekanika tanah terdapat dua sistem klasifikasi yang umum dikelompokkan. kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas Atterberg, sistem-sistem tersebut adalah :

1. Sistem Klasifikasi American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)
Sistem klasifikasi AASHTO bermanfaat untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (subbase) dan tanah dasar (subgrade). Karena sistem ini ditujukan untuk pekerjaan jalan tersebut, maka penggunaan sistem ini dalam prakteknya harus dipertimbangkan terhadap maksud dan tujuan aslinya. Sistem ini membagi tanah ke dalam 7 kelompok utama yaitu A-1 sampai dengan A-7. A-1, A-2, dan A-3 adalah tanah berbutir di mana 35 % atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan No. 200. Tanah di mana lebih dari 35 % butirannya 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. Adapun sistem klasifikasi AASHTO ini didasarkan pada kriteria sebagai berikut : Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini:

a. Ukuran Butir

Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm (3 in) dan yang tertahan pada ayakan No. 10 (2 mm). Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan No. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan No. 200 (0.075 mm). Lanau dan lempung : bagian tanah yang lolos ayakan No. 200.

b. Plastisitas

Plastisitas merupakan kemampuan tanah menyesuaikan perubahan bentuk pada volume konstan tanpa retak – retak atau remuk. Bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat. Tingkat keplastisan suatu tanah umumnya ditunjukkan dari nilai indeks plastisitas, yaitu selisih nilai batas cair dan batas plastis suatu tanah. Nama berlanau dipakai apabila bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai bilamana bagian-bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis sebesar 11 atau lebih. Apabila batuan (ukuran lebih besar dari 75 mm) ditemukan dalam sampel tanah yang akan ditentukan klasifikasi tanahnya, maka batuan-batuan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu, tetapi persentase tanah yang dikeluarkan harus dicatat. Apabila dalam sistem klasifikasi AASHTO dipakai untuk mengklasifikasi tanah, maka data dari uji di cocokkan dengan angka- angka yang diberikan dalam Tabel 1 dari kolom sebelah kiri ke kolom sebelah kanan hingga ditemukan angka-angka yang sesuai (Das, 1995). Sistem Klasifikasi Tanah Unified Soil Classification System (USCS)

Tabel 1. Sistem klasifikasi Unified Soil Classification System (USC)

Klasifikasi System (USC)										
Klasifikasi Umum	Tanah berbutir (35 atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						Tanah lanau-lempung (lebih dari 35 % dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
Klasifikasi Kelompok	A-1	A3	A2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1a	A-1b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 ¹ A-7-6 ²
Analisa ayakan (% lolos)										
No. 10	≤ 50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
No. 40	≤ 30	≤ 50	≤ 51	—	—	—	—	—	—	—
No. 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 30	≥ 30	≥ 30	≥ 30
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40										
batas cair (LL)	—	—	≤ 41	≥ 41	≤ 40	≥ 40	≤ 40	≤ 41	≤ 40	≥ 41
batas plastis (PI)	≤ 6	NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir	Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan dasar tanah	Batu sekali sampai baik						sebagi sampai jelek			

Keterangan : * Untuk A-7, PI ≤ 10
** Untuk A-7, PI ≤ 10

sumber : Das, 1995

Adapun menurut Bowles (1991) dalam Septayani (2016), kelompok tanah utama pada sistem klasifikasi (USCS) sebagai berikut :

Tabel 2. Klasifikasi Tanah Unified Soil Classification System (USCS)

Divisi Utama	Simbol	Nama Utama	Kriteria Klasifikasi	
			Kriteria Klasifikasi	
Tanah berbutir kasar (20% lebih banyak dari 4.75 mm)	GW	Kerikil/bergradasi baik dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \geq 4$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}} < 5$	Antara 1 dan 3
	GP	Kerikil/bergradasi buruk dan campuran kerikil pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW	
	GM	Kerikil berlemas, campuran kerikil pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Batas-batas Atterberg berada di atas garis A atau $PI > 4$
	GC	Kerikil berlemas, campuran kerikil pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 7$	Batas-batas Atterberg berada di atas garis A atau $PI > 7$
Pasir (4.75 mm - 75 mm)	SW	Pasir bergradasi baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \geq 6$ $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}} < 5$	Antara 1 dan 3
	SP	Pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	Tidak memenuhi kedua kriteria untuk SW	
	SM	Pasir berlemas, campuran pasir-lanau	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 4$	Batas-batas Atterberg berada di atas garis A atau $PI > 4$
	SC	Pasir berlemas, campuran pasir-lempung	Batas-batas Atterberg di bawah garis A atau $PI < 7$	Batas-batas Atterberg berada di atas garis A atau $PI > 7$
Tanah berbutir halus (75% lebih banyak dari 75 mm)	ML	Lanau anorganik, pasir halus, sedikit, serbuk halus, pasir halus berlemas atau berlempung		
	CL	Lempung organik dengan plastisitas rendah (dengan sedikit lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlemas, lempung "kaku" (lean clay))		
	OL	Lempung organik dengan plastisitas tinggi (dengan sedikit lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlemas, lempung "kaku" (lean clay))		
	MH	Lanau organik atau pasir halus di atasnya, atau lanau di atasnya, lanau yang elastis		
Tanah berbutir halus (75% lebih banyak dari 75 mm)	CH	Lempung organik dengan plastisitas tinggi (dengan sedikit lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlemas, lempung "kaku" (lean clay))		
	OH	Lempung organik dengan plastisitas rendah (dengan sedikit lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlemas, lempung "kaku" (lean clay))		
Tanah berbutir halus (75% lebih banyak dari 75 mm)	PT	Pasir (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi		
	PT	Pasir (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi		

Klasifikasi ini pada awalnya diperkenalkan oleh Casagrande pada tahun 1942, untuk digunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang (Das, 1995).

Tabel 3. Klasifikasi tanah AASHTO

Sumber : Bowles, 1991

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi Baik	W
		Gradasi Buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	LL < 50%	L
Organik	O	LL > 50%	H
Gambut	Pt		

Keterangan:

G = Untuk kerikil (Gravel) atau tanah berkerikil (Gravelly Soil)

S = Untuk pasir (Sand) atau tanah berpasir (Sandy soil)

M = Untuk lanau anorganik (inorganic silt)

C = Untuk lempung anorganik (inorganic clay)

O = Untuk lanau dan lempung organik (organic)

Pt = Untuk gambut (peat) dan tanah dengan kandungan organik tinggi

W = Untuk gradasi baik (well graded)

P = Gradasi buruk (poorly graded)

L = Plastisitas rendah (low plasticity)

H = Plastisitas tinggi (high plasticity)

LL = Batas Cair (Liquid Limit)

2.2 Tanah Longsor

Gerakan tanah adalah suatu gerakan menurun lereng oleh massa tanah dan atau batuan penyusun lereng. Definisi di atas dapat menunjukkan bahwa massa yang bergerak dapat berupa massa tanah, massa batuan ataupun percampuran antara Kondisi geomorfologi dan geologi merupakan parameter-parameter dari pemicu gerakan tanah. Aspek geomorfologi seperti kelerengan berperan aktif dalam mengontrol terjadinya gerakan tanah. Semakin besar kelerengan semakin besar gaya penggerak massa tanah atau batuan penyusun lereng. Namun perlu diperhatikan tidak semua

lahan yang miring selalu rentan untuk bergerak. Hal ini sangat tergantung kondisi geologinya, seperti jenis struktur, dan komposisi tanah atau batuan penyusun lereng (BAPEKINDA, 2002). Van Zuidam (1988) dalam Rahmawati (2009) mengklasifikasikan kemiringan lereng menjadi 7, yaitu :

1. 0 o - 2 o (0% - 2%) kemiringan lereng datar.
2. 2 o - 4 o (2% - 7%) kemiringan lereng landai.
3. 4 o - 8 o (7% - 15%) kemiringan lereng miring.
4. 8 o - 16 o (15% - 30%) kemiringan lereng agak curam.
5. 16 o - 35 o (30% - 70%) kemiringan lereng curam.
6. 35 o - 55 o (70% - 140%) kemiringan lereng sangat curam.
7. > 55 o (> 140%) kemiringan lereng terjal.

Wilayah dengan kemiringan lereng antara 0% hingga 15% akan stabil terhadap kemungkinan longsor, sedangkan di atas 15% potensi untuk terjadi longsor pada kawasan rawan gempa bumi akan semakin besar. keduanya. Gerakan tanah dapat diidentifikasi melalui tanda-tanda sebagai berikut: munculnya retak tarik dan kerutan-kerutan di permukaan lereng, patahnya pipa dan tiang listrik, miringnya pepohonan, perkerasan jalan yang terletak pada timbunan mengalami ambles, rusaknya perlengkapan jalan seperti pagar pengaman dan saluran drainase, tertutupnya sambungan ekspansi pada pelat jembatan, hilangnya kelurusan dari fondasi bangunan, tembok bangunan retak-retak, dan dinding penahan tanah retak serta miring ke depan (Hardiyatmo, 2012).

2.3 Kemiringan Lereng

2.3.1 Kestabilan Lereng

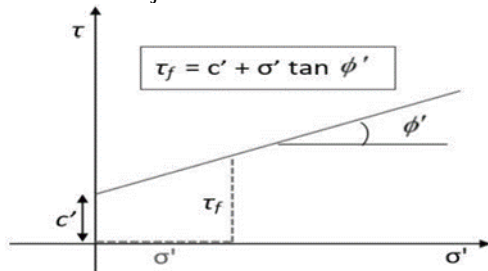
Kestabilan lereng adalah potensi lereng tanah tertutup untuk menahan dan mengalami pergerakan. Stabilitas ditentukan oleh keseimbangan tegangan geser dan kekuatan geser. Kemiringan yang sebelumnya stabil pada awalnya dipengaruhi oleh berbagai faktor, sehingga lereng secara kondisional menjadi tidak stabil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

Keamanan (Safety Factor, SF), yang dapat didefinisikan sebagai perbandingan antara daya tahan terhadap daya penggerak.

Tabel 4. Kisaran faktor aman (SF) (Ward. R, 1978 dalam SNI 13-7124- 2005, 2005)

Nilai Faktor Keamanan	Kerentanan Gerakan Tanah
1,2	Tinggi: Gerakan tanah sering terjadi
$1,2 < \text{Safety Factor} \leq 1,7$	Menengah: Gerakan tanah dapat terjadi
$1,7 < \text{Safety Factor} \leq 2,0$	Rendah: Gerakan tanah jarang terjadi
2,0	Sangat Rendah: Gerakan tanah sangat jarang terjadi

Dalam hal ini analisa longsor yang dimaksud adalah analisa terkait faktor keamanan (FS= Factor of Safety). FS adalah perbandingan antara gaya yang mendorong (driving force) terhadap gaya yang menahan (resisting force). Dimana resisting force dan driving force ini terkait dengan kuat geser tanah dan tekanan geser tanah [7]. Mohr (1980) menjelaskan bahwa keruntuhan sebagai akibat dari kombinasi kritis antara tegangan normal dan geser dan bukan hanya akibat tegangan normal maksimum dan tegangan geser maksimum saja.



Gambar 1. Kriteria Keruntuhan Mohr-Coulomb

Persamaan FS (Factor of Safety) dinyatakan sebagai berikut:

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau_d} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

FS = Faktor Keamanan

τ_f = Kekuatan Geser rata-rata pada tanah

τ_d = Kekuatan Geser rata-rata yang muncul akibat retak

Ketika nilai FS <1, maka lereng dalam keadaan hampir longsor atau akan rawan longsor atau akan segera longsor jika ada faktor eksternal yang mempengaruhi. Suatu lereng dapat dinyatakan aman jika FS >1.5.

2.4 Metode Fellinius

Analisis kestabilan lereng dengan cara Fellenius (1927), didasarkan pada asumsi bahwa gaya-

gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol ($R=0$) pada arah tegak lurus bidang longsornya. Dengan anggapan Bila terdapat air pada lerengnya, maka tekanan air pori pada bidang longsor tidak berpengaruh terhadap momen dorong (M_d), karena resultan gaya.

$$SF = \frac{\sum_{i=1}^n ca_i + (W_i \cos \phi_i - u_i a_i) \tan \phi}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \phi} \dots \dots \dots (2)$$

ini, keseimbangan arah vertical dari gaya-gaya yang bekerja dengan memperhitungkan tekanan air pori, adalah :

$$N_i + U_i = W_i \cos \phi_i \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Atau } N_i = W_i \cos \phi - U_i \dots \dots \dots (4)$$

Maka

$$N_i = W_i \cos \phi_i - U_i \cdot a_i \dots \dots \dots (5)$$

Faktor keamanan menurut Fellinius, di definisikan sebagai :

$$SF = \frac{\sum M_r}{\sum M_d} \dots \dots \dots (6)$$

Lengan momen dari berat massa tanah tiap irisan adalah $= R \cdot \sin \phi$, maka momen dorong yang terjadi adalah :

$$SF = \frac{\sum_{i=1}^n (ca_i + N_i \tan \phi)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \phi_i} \dots \dots \dots (7)$$

akibat tekanan air pori akan melewati titik pusat lingkaran. Substitusi nilai N_i ke persamaan di atas, diperoleh :

Dimana

SF = Faktor keamanan

C = kohesi tanah

ϕ = sudut gesek dalam tanah

a_i = panjang bagian lingkaran pada irisan ke-i

W_i = berat irisan tanah ke-i

u_i = tekanan air pori pada irisan ke-i

ϕ_i = sudut yang didefinisikan

Jika terdapat gaya-gaya selain berat lereng tanahnya sendiri, seperti adanya beban bangunan di atas lereng, maka momen akibat beban ini diperhitungkan sebagai momen dorong (M_d). Metode Fellinius memberikan keamanan yang relatif lebih rendah dari cara hitungan yang lebih teliti.

Batas-batas nilai kesalahan dari metode Fellinius 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 & Bailey, 1967). Cara ini telah banyak digunakan dalam praktek rekayasa pada konstruksi lereng. Karena cara hitungannya yang sederhana dan kesalahan yang terjadi masih dianggap berada pada sisi yang aman.

2.5 Metode Bishop Sederhana (Simplified Bishop Method)

Metode Bishop (1955), juga didasarkan pada metode irisan yang telah dikembangkan sebelumnya. Metode ini menganggap bahwa gaya geser pada sisi-sisi irisan mempunyai resultan nol pada arah vertical. Kuat geser dalam tinjauan tegangan efektif yang dapat dikerahkan didalam tanah, hingga tercapainya kondisi keseimbangan batas dengan memperhatikan faktor keamanan, dapat dituliskan sebagai berikut

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2022 sampai Januari 2023. Lokasi penelitian yang dituju untuk mengumpulkan data pada kawasan ruas jalan Hatalae – Kilang Kota Ambon pada STA 1+300 – 1+360



Gambar 3. Lokasi Penelitian
(Sumber: Google Earth)

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini meliputi:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan.

a. Data Ukur

Untuk dapat mengetahui apakah lereng tersebut aman atau tidaknya perlu dilakukan survei

langsung lokasi penelitian lereng yaitu pada kawasan Hatalae - Kilang. Data yang didapat langsung ialah data pengukuran lokasi yang diambil dengan bantuan alat berupa meter rol dan alat theodolit yang bertujuan untuk mengetahui gambaran bentuk permukaan tanah yang berupa situasi panjang, ketinggian dan kemiringan serta posisi kenampakan secara rinci di daerah yang ditinjau dan sekitarnya. Hal ini sangat diperlukan dalam proses analisis kestabilan lereng.

b. Sampel Tanah

Dalam penelitian ini penyelidikan tanah dilakukan dengan cara test pit. Cara ini berguna untuk mengetahui secara langsung kondisi lapisan tanah dengan teliti dengan mengambil sampel tanah terganggu (*disturbed soil*) dan sampel tanah tak terganggu (*undisturbed soil*). Penyelidikan dilakukan dengan cara menyiapkan area galian sebesar 50 cm² dan menggali permukaan tanah sedalam 50 cm, kemudian masukan casing atau tabung dengan tinggi 50 cm, diameter 97 mm dan ditumbuk menggunakan palu godam sampai casing rata dengan tanah, kemudian sampel tanah pada sekitar area luar casing diambil sebagai sampel tanah terganggu, dan sampel tanah di dalam casing sebagai sampel tanah tak terganggu.

2. Data Sekunder

Merupakan data yang sudah tercatat dalam buku ataupun suatu laporan.

a. Google Earth

Untuk dapat mengetahui posisi kenampakan lokasi penelitian dan area sekitarnya melalui peta google earth.

3.6 Teknik Analisa Data

Proses analisa sebagai berikut :

1. Faktor yang dapat mengakibatkan kelongsoran
Mengidentifikasi faktor yang dapat mengakibatkan kelongsoran berdasarkan hasil analisa tanah yang ditinjau, diperoleh dari pengujian sampel tanah di laboratorium. Sampel tanah terganggu (*disturbed soil*) digunakan untuk pengujian sifat fisik tanah dengan melalui uji analisa saringan, berat jenis, dan berat volume tanah. Sampel tanah tak terganggu (*undisturbed soil*) digunakan untuk pengujian sudut geser langsung (*direct shear test*).
2. Faktor Keamanan

Analisa faktor keamanan menggunakan dua metode yaitu Metode Fellenius (*Ordinary Method of Slice*) dan Metode Bishop Disederhanakan (*Simplified Bishop Method*).

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data Ukur

Lereng merupakan suatu kondisi permukaan tanah yang membentuk sudut kemiringan tertentu. Untuk dapat mengetahui apakah lereng tersebut aman atau tidaknya perlu dilakukan survei langsung. Lokasi penelitian lereng yaitu pada kawasan Hatalae - Kilang. Data yang didapat langsung ialah data pengukuran lokasi yang diambil dengan bantuan alat berupa meter rol dan alat theodolit yang bertujuan untuk mengetahui gambaran bentuk permukaan tanah yang berupa situasi dan ketinggian serta posisi kenampakan secara rinci di daerah yang ditinjau dan sekitarnya.

4.2 Penyelidikan Tanah

Dalam penelitian ini penyelidikan tanah dilakukan dengan cara test pit. Cara ini berguna untuk

Tabel 6. Berat volume tanah : STA 1+300 - 1+360

Pengujian	Perhitungan	Satuan	Hasil	Kisaran
Berat ring	w1	gr	62.26	
Berat Cawan	w2	gr	12.86	
Berat ring + Cawan + Tanah Basah	w3	gr	158.34	
Berat Tanah Basah	$w = w3 - w1 - w2$	gr	83.22	
Volume Ring (volume tanah basah)	V	Cm3	57.09	
Berat Volume Tanah Basah	$\gamma_b = w/v$	gr/cm3	1.46	
Berat Ring + Cawan + Tanah Kering	w4	gr	151.66	
Berat Tanah Kering	$w_s = w4 - w1 - w2$	gr	76.54	
Berat Air	$ww = w - w_s$	gr	6.68	
Kadar Air	$(ww/ws) \times 100$	%	8.73	$0 < w < \infty$
Berat Volume Tanah Kering	$\gamma_d = w_s/v$	gr/cm3	1.34	
Hasil Pengujian Berat Jenis	Gs	-	2.62	
Volume Tanah Kering	$v_s = w_s/Gs$	cm3	29.19	
Volume Pori	$v_v = v - v_s$	cm3	27.90	
Derajat Kejenuhan	$vw = ww \times \gamma_w$ $Sr = vw/v_v \times 100$	cm4 %	6.68 23.95	$0 \leq Sr \leq 100$
Porositas	$n = v_v/v \times 100$	%	48.86	$0 < n < 100$
Angka Pori	$e = v_v/v_s$	-	0.96	$0 < e < \infty$

Dari pengujian uji berat volume tanah didapatkan hasil sebagai berikut :

Derajat kejenuhan menunjukkan perbandingan antara volume air yang terkandung dalam tanah dengan volume pori tanah tersebut. Hasil pengujian menunjukkan derajat kejenuhan sebesar 23.95% hal tersebut berarti 23.95% dari volume pori tanah tersebut berisi air.

Porositas menunjukkan perbandingan antara volume pori yang terdapat dalam tanah dengan volume tanah secara keseluruhan. Hasil pengujian menunjukkan porositas sebesar 48.86%. Hal tersebut 48.86% dari volume tanah terdiri dari pori. Pori tanah itu sendiri adalah sebuah rongga di dalam tanah yang terdiri dari air dan udara. Angka pori menunjukkan perbandingan antara volume pori yang terdapat dalam

tanah dengan volume butir tanah. Hasil pengujian menunjukkan angka pori sebesar 0.96. Hal tersebut berarti perbandingan antara volume pori dengan volume butir tanah adalah 0.96 : 1 atau volume pori yang terdapat di dalam tanah tersebut 0.96 lebih sedikit dibandingkan dengan volume butir tanah. mengetahui secara langsung kondisi lapisan tanah dengan teliti. Dengan mengambil sampel tanah terganggu (disturbed soil sample) dan sampel tanah tak terganggu (undisturbed soil sample) pada lapisan tanah untuk dilakukan pengujian pada laboratorium. Pengujian yang dilakukan di laboratorium yaitu uji analisa saringan, berat jenis, berat volume tanah dan uji sudut geser langsung (direct shear test)

Tabel 7. (Sumber : Hasil Analisis)

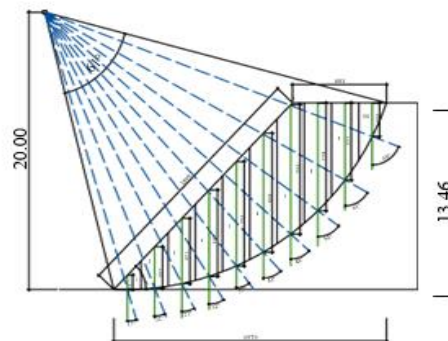
Derajat Kejenuhan (Sr)	23.95%
Porositas (n)	48.86%
Angka Pori (e)	0.96%

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 (Ordinary Method Of Slice) maupun Metode Bishop Disederhanakan (Simplified Bishop Method). Untuk suatu lereng dengan penampang yang sama, cara Fellenius dapat dibandingkan nilai faktor keamanannya dengan cara Bishop Disederhanakan.

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.

Untuk penggambaran potongan existing bidang longsor dan penghitungan pada percobaan I menggunakan jari-jari (R) = 20.00, tinggi lereng (h) = 13.46 m, dengan sudut kemiringan (α) = 61° yang telah dibagi dalam 10 irisan.



Gambar 4. Potongan Existing Bidang Longsor
Percobaan 1: STA 1+300 – STA 1+360
(Sumber: Hasil Analisis)

Tabel 8. Metode Fellenius Percobaan 1: STA
1+300 – STA 1+360
(Sumber: Hasil Analisis)

No Irisan	h (m)	b (m)	Vol (m)	W = Ybh (Kn)	θ (°)	W cos θ (Kn)	W Sin θ (Kn)
1	1.03	1.98	2.04	2.68	17	2.56	0.78
2	2.97	1.97	5.85	7.69	22	7.13	2.88
3	4.71	1.97	9.28	12.19	27	10.86	5.54
4	6.23	1.97	12.27	16.13	32	13.68	8.55
5	7.53	1.97	14.83	19.49	37	15.57	11.73
6	8.58	1.97	16.90	22.21	43	16.24	15.15
7	9.33	1.97	18.38	24.15	48	16.16	17.95
8	7.78	1.97	15.33	20.14	54	11.84	16.29
9	5.57	1.97	10.97	14.42	61	6.99	12.61
10	2.42	2.02	4.89	6.42	69	2.30	6.00
				Σ		103.3 3	97.47

Perhitungan Faktor Keamanan Data dari
Laboratorium:

$$\gamma = 1.314 \text{ KN/m}^3$$

$$C = 0.098 \text{ KN/m}^2$$

$$\varphi = 61.09^\circ$$

Perhitungan nilai SF Metode Fellenius:

$$SF = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (ca + W \cos \theta) \tan \varphi}{\sum_{i=1}^{i=n} W \sin \theta}$$

$$\alpha = \frac{2\pi r \delta}{360}$$

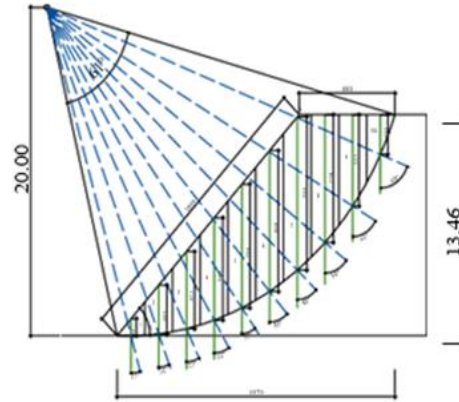
$$\alpha = \frac{2 \times 3.14 \times 20 \times 61^\circ}{360}$$

$$\alpha = 21.28$$

$$SF = \frac{0.098 \times 21.28 + (103.33) \tan 61.09^\circ}{97.47} = 1.9$$

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.

Untuk penggambaran potongan existing bidang longsor dan penghitungan pada percobaan I menggunakan jari-jari (R) = 20.00 tinggi lereng (h) = 13,46 m, dengan sudut kemiringan (α) = 61° yang telah dibagi dalam 10 irisan.



Gambar 4. Potongan Existing Bidang Longsor
Percobaan 1: STA 1+300 – STA 1+360 (Sumber:
Hasil Analisis)

Tabel 9. Metode Bishop Disederhanakan Percobaan
1: STA 1+300 – STA 1+360 (Sumber: Hasil
Analisis)

No Irisan	b (m)	H (m)	θ (°)	W = Ybh (Kn)	W Sin θ (Kn)	W Tan φ (Kn)	c b (Kn)	(6)+(7) (Kn)	Mi 1.4	1.6
	1	2	3	4	5	6	7	8	(9a)	(9b)
1	1.98	1.03	17	2.68	0.78	4.85	0.19	5.05	1.33	1.29
2	1.97	2.97	22	7.69	2.88	13.92	0.19	14.11	1.41	1.35
3	1.97	4.71	27	12.19	5.54	22.08	0.19	22.27	1.48	1.40
4	1.97	6.23	32	16.13	8.55	29.20	0.19	29.39	1.53	1.45
5	1.97	7.53	37	19.49	11.73	35.30	0.19	35.49	1.58	1.48
6	1.97	8.58	43	22.21	15.15	40.22	0.19	40.41	1.61	1.50
7	1.97	9.33	48	24.15	17.95	43.73	0.19	43.93	1.63	1.51
8	1.97	7.78	54	20.14	16.29	36.47	0.19	36.66	1.63	1.50
9	1.97	5.57	61	14.42	12.61	26.11	0.19	26.30	1.62	1.47
10	2.02	2.42	69	6.42	6.00	11.63	0.20	11.83	1.57	1.41
Σ					97.47					

Tabel 10. Lanjutan Percobaan I
(Sumber: Hasil Analisis)

(8 : 9)		Hitungan Faktor	
F = 1.4	F = 1.6	Aman	
(10a)	(10b)	1.7	1.9
3.78	3.92		
10.00	10.45		
15.07	15.85		
19.17	20.30		
22.50	23.98		
25.05	26.88		
26.94	29.09		
22.43	24.39		
16.28	17.84		
7.55	8.36		
168.77	181.06		

4.3.1 Rekapitulasi Analisa Faktor Keamanan

Analisa stabilitas lereng dilakukan untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor. 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, pada STA 1+300 – STA 1+360

Tabel 11. Rekap Hasil Faktor Keamanan
(Sumber: Hasil Analisis)

STA	Percobaan Perhitungan	Metode Fellenius	Metode Bishop Disederhanakan
STA 1+300 – 1+360	1	1.9	1.7
	2	2.0	1.8
	3	2.4	2.0
	4	2.4	2.0

Tabel 12. 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

Adapun angka keamanan untuk stabilitas lereng: $SF < 1,5$, lereng tidak stabil $SF=1,5$, lereng dalam keadaan kritis. Artinya dengan sedikit tambahan momen penggerak maka lereng menjadi tidak stabil. $SF > 1,5$, lereng stabil.

Dari hasil rekap angka keamanan lereng diatas dan dilihat pada tabel kisaran faktor keamanan terdapat perbedaan antara Metode Fellenius dan Metode Bishop Disederhanakan pada beberapa percobaan perhitungan.

Pada percobaan 1 dan 2 Metode Fellenius dan Metode Bishop Disederhanakan termasuk dalam kategori gerakan tanah jarang terjadi. Pada percobaan 3 dan 4 Metode Fellenius termasuk dalam kategori gerakan tanah sangat jarang terjadi. Pada percobaan 3 dan 4 Metode Bishop Disederhanakan termasuk dalam kategori gerakan tanah jarang terjadi.

Hasil perbandingan perhitungan diatas maka dapat diambil nilai kestabilan lereng pada percobaan perhitungan ke 1: untuk Metode Fellenius $SF = 1.9$ dan Metode Bishop Disederhanakan $SF = 1.7$. Karena pada angka keamanan untuk stabilitas lereng $SF > 1,5$ lereng sudah dalam kondisi stabil.

4.4 Identifikasi Faktor Yang Dapat Menyebabkan Kelongsoran

Pada permukaan tanah yang tidak horizontal atau miring, komponen gravitasi cenderung untuk menggerakkan tanah ke bawah. Jika komponen

gravitasi sedemikian besar sehingga perlawanan terhadap geseran yang dapat dikerahkan oleh tanah pada bidang longsorannya terlampaui maka akan terjadi longsoran pada lereng.

Faktor yang dapat menyebabkan terjadinya longsoran pada ruas jalan kawasan Hatalae – Kilang Kota Ambon ialah : Penggalan atau pemotongan kaki lereng untuk pemanfaatan sebagai sarana transportasi di ruas jalan kawasan Hatalae - Kilang. Bertambahnya beban pada lereng seperti beban dinamis yang disebabkan oleh tiupan angin pada tumbuh-tumbuhan. Tekanan lateral yang diakibatkan oleh curah hujan sebagai pemicu gerakan tanah. Penurunan sudut geser tanah pembentuk lereng akibat kenaikan kadar air.

4.5 Metode Penanganan Stabilitas Lereng.

Berdasarkan faktor – faktor yang dapat menyebabkan terjadinya longsoran pada kawasan Hatalae – Kilang, oleh karena itu perlu dilakukan langkah untuk mencegah longsoran terjadi yaitu dengan menggunakan metode seperti :

1. Merubah Geometri Lereng

Perbaikan stabilitas lereng dapat dilakukan dengan cara penggalan untuk mereduksi gaya-gaya yang menggerakkan, menambah tahanan geser tanah atau keduanya. Gaya-gaya yang menggerakkan dapat direduksi dengan cara : Menggali material yang berada pada zona labil.

2. Pembuatan struktur untuk stabilisasi

Berdasarkan kondisi lereng kawasan Hatalae - Kilang, sehingga perlu dilakukan penanganan seperti pembuatan dinding penahan yang jauh lebih efisien. Struktur penahan yang dibangun di kaki lereng memperbesar stabilitas lereng, karena dapat menahan gerakan massa tanah yang akan longsor. Struktur penahan dikaki lereng juga melindungi kaki lereng terhadap gesuran atau erosi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada badan gunung kawasan Hatalae – Kilang Kota Ambon dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Longsoran yang dapat terjadi pada ruas jalan Kawasan Hatalae - Kilang Kota Ambon dapat disebabkan oleh penggalan atau pemotongan tanah pada kaki lereng sebagai pemanfaatan transportasi, curah hujan sebagai pemicu gerakan tanah akibat tekanan lateral dan penurunan sudut geser tanah akibat kenaikan kadar air.
2. Berdasarkan hasil perhitungan angka keamanan kestabilan lereng dari perolehan nilai analisa dengan menggunakan perhitungan coba-coba (trial and error) menggunakan dua metode yaitu Metode Fellenius dan Metode Bishop

disederhanakan dari percobaan 1 sampai 4, 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 $SF = 1.9$ gerakan tanah jarang terjadi dan Metode Bishop Disederhanakan $SF = 1.7$ gerakan tanah jarang terjadi. Karena pada angka keamanan untuk stabilitas lereng $SF > 1,5$ lereng sudah dalam kondisi stabil.

5.2 Saran

Dalam studi ini adapun saran yang dapat diberikan yaitu sebagai berikut :

1. Sebagai salah satu kawasan rawan longsor, perlu adanya perhatian oleh pemerintah Kota Ambon agar dapat meninjau keamanan dan kestabilan pada lereng sehingga mencegah dan meminimalisir terjadinya longsor pada lereng kawasan Hatalae - Kilang Kota Ambon.
2. Lereng harus selalu dijaga keasriannya, sehingga tumbuh – tumbuhan dan pepohonan pada lereng dapat membantu dalam mengurangi erosi pada tanah.
3. Diharapkan adanya penelitian lanjutan untuk menentukan bangunan pengaman lereng yang tepat dalam mencegah kemungkinan terjadinya longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E. (1989). *Sifat-Sifat Fisik dan Geoteknis Tanah*. Erlangga. Jakarta
- Das, Braja. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga. Jakarta.
- Dokuchaev. (1870). *Mekanika Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Herman, S., & Permanasar, I. N. P. (2019). *Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Bishop*
- Longsor, P. (2007). *Kemiringan Tanah*. Tanah Longsor, 8–29.
- Robert, R., Runtukahu, C., & Lewaherilla, N. P. N. M. Y. (2020). 1 , 2 3.
- UNY. (2018).. *Hardiatmo*, 6–34.
[http://prints.uny.ac.id/64033403/BAB II.pdf](http://prints.uny.ac.id/64033403/BAB%20II.pdf)
- Wiqoyah, Q. (2007). *the Effect of Tras on Shear Strength Paramenter of Clay*. 7(2), 147–153.