

Analisa Longsoran Pada Jalan Provinsi: Ruas Jalan Poros Tanah Miring, Kabupaten Merauke

Agus Salim¹, Suyadi Suyadi^{1*}, Daud Andang Passali¹

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musamus
Merauke, Papua Selatan, Indonesia

*Correspondent author: suyadi@unmus.ac.id

Diterima: 3 Desember 2024, Direvisi: 7 Januari 2024, Diterima untuk dipublikasikan: 30 Januari 2025

Abstrak - Distrik Tanah Miring yang merupakan akses jalan dari Kota Merauke ke pusat Perkantoran Provinsi Papua Selatan, sering mengalami kerusakan, termasuk kelongsoran lereng. Hal ini disebabkan oleh faktor alam dan beban kendaraan yang melintas di atasnya. Penelitian ini bertujuan mengetahui sifat dan karakteristik tanah, serta merancang dinding penahan tanah untuk menangani longsor pada lereng tersebut. Analisis yang dilakukan yaitu pengujian secara fisis dan mekanis tanah di laboratorium Teknik Sipil. Dari data tanah tersebut dilakukan analisis lereng terhadap nilai Faktor Keamanan (FK) dengan metode irisan sederhana, lalu dilakukan perencanaan dinding penahan tanah sebagai tipe kantilever. Hasil penelitian ini diketahui bahwa lereng tersebut tidak aman dengan nilai Faktor Keamanan (FK) ($0,66 < 1,3$) sehingga sering terjadinya kelongsoran. Dari penelitian tanah yang diketahui bahwa bobot isi (γ) = $1,94 \text{ kN/m}^3$, sudut geser (ϕ) = $18,71^\circ$, dan kohesi tanah (c) = $0,448 \text{ kg/Cm}^2$, yang digunakan untuk menghitung (FS) lereng dan data tersebut digunakan untuk melakukan perencanaan (DPT) tipe kantilever yang diberi beban Eksternal. Kemudian dihitung dan didapatkan ($FS_{\text{Guling}} = 2,35 > 2$) dikategorikan aman, ($FS_{\text{Geser}} = 3,32 > 1,5$) dikategorikan aman, dan ($FS_{\text{dayadukung}} = 3,71 > 3$) dikategorikan aman maka, harus dilakukan perencanaan dinding penahan tanah yang sesuai pada lereng dan data tanah yang lengkap serta akurat. Hal ini penting untuk memastikan desain yang efektif dan aman dalam mencegah potensi kelongsoran serta menjaga stabilitas lereng dalam jangka panjang.

Kata kunci: Faktor Keamanan (FK), Dinding Penahan Tanah, Longsoran

Abstract – Tanah Miring District, the access road from Merauke City to the office center of South Papua Province, often experiences damage, including slope collapse. This is caused by natural factors and the weight of vehicles traveling on it. This research aims to determine the nature and characteristics of the soil and to design a retaining wall to handle landslides on the slope. The analysis carried out involves physical and mechanical soil testing in the Civil Engineering laboratory. From the soil data, the slope analysis is carried out on the safety factor (FS) value with a simple slice method; then, the retaining wall planning is carried out as a cantilever type. The results of this study showed that the slope was unsafe with a Factor of Safety value of ($0,66 < 1,3$) so that frequent landslides occurred. From the soil study, it is known that the specific gravity (γ) = $1,94$, angle of shear (ϕ) = $18,71^\circ$, and soil cohesion (c) = $0,448$, which is used to calculate (FS) the slope and the data is used to perform the planning of the externally loaded cantilever type (DPT). Then calculated and obtained $= 2,35 > 2$ safe categorization = $3,32 > 1,5$ safe categorization, and $= 3,71 > 3$ To be categorized as safe, this is important to ensure an effective and safe design to prevent potential landslides and maintain long-term slope stability.

Keywords: Factor of Safety (FS), Retaining Wall, Avalanche

1. PENDAHULUAN

Kelongsoran lereng di ruas jalan poros Tanah Miring, Papua Selatan, disebabkan oleh faktor alam, seperti curah hujan yang tinggi dan kondisi geologi yang rentan, serta beban kendaraan yang melintas yang melebihi kapasitas jalan. Distrik Tanah Miring, dengan luas $46.791,63 \text{ km}^2$, sering mengalami kerusakan akibat tanah yang tidak stabil [1]. Jalan ini merupakan akses utama dari Kota Merauke ke pusat perkantoran Provinsi Papua Selatan, sehingga kestabilan lereng sangat penting untuk kelancaran transportasi dan keselamatan pengguna jalan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kestabilan lereng melalui pengujian sifat fisik dan mekanis tanah di laboratorium, serta analisis faktor keamanan menggunakan metode irisan sederhana yang telah terbukti efektif. Parameter yang digunakan dalam penelitian ini meliputi sudut kemiringan, kohesi, berat jenis tanah, dan tekanan air pori, yang semuanya berperan penting dalam menentukan stabilitas lereng [2]. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam dalam perencanaan infrastruktur yang lebih aman dan berkelanjutan, serta membantu dalam pengambilan keputusan yang tepat terkait mitigasi risiko kelongsoran lereng di masa depan.

Kepentingan penelitian ini terletak pada pentingnya solusi jangka panjang untuk menangani longsor yang mengganggu akses transportasi, terutama di daerah yang rawan bencana seperti Tanah Miring [3]. Tanpa mitigasi yang tepat, perbaikan jalan hanya bersifat sementara dan tidak menyelesaikan akar permasalahan yang mendasari kerusakan tersebut. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang kestabilan lereng sangat dibutuhkan dalam perencanaan infrastruktur yang tahan lama dan efektif, sehingga dapat mengurangi risiko kecelakaan dan kerugian ekonomi yang diakibatkan oleh kelongsoran [4]. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang konkret untuk pengembangan kebijakan dan strategi mitigasi yang lebih baik di masa depan.

Faktor utama yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi karakteristik tanah, kadar air, tekanan air pori, dan faktor keamanan lereng, yang semuanya memiliki peran penting dalam menentukan kestabilan lereng [5]. Kombinasi dari parameter-parameter ini secara signifikan menentukan tingkat kestabilan lereng serta kemungkinan terjadinya longsor, terutama dalam kondisi cuaca ekstrem, beban yang

berlebihan dan sudut geser dalam yang rendah. Dengan analisis yang akurat dan komprehensif terhadap faktor-faktor ini, dapat diperoleh strategi mitigasi yang efektif untuk mencegah kegagalan terhadap lereng yang terjadi akibat kelongsoran, sehingga meningkatkan keselamatan pengguna jalan dan keberlanjutan infrastruktur di daerah tersebut [6].

Kelebihan penelitian ini terletak pada pendekatan komprehensif yang menggabungkan uji laboratorium dengan analisis faktor eksternal, seperti beban kendaraan dan sudut geser dalam tanah, yang dapat mempengaruhi kestabilan lereng. Dengan mempertimbangkan berbagai aspek ini, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar yang kuat bagi perencanaan dinding penahan tanah, serta memberikan panduan yang jelas untuk pengambilan keputusan dalam perencanaan infrastruktur yang lebih aman, efisien, dan tahan lama [7]. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman tentang dinamika tanah, tetapi juga membantu dalam merumuskan strategi mitigasi yang lebih efektif untuk mencegah kerusakan di masa depan.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak kelongsoran yang terjadi pada lereng serta mengevaluasi efektivitas dinding penahan tanah yang direncanakan setelah tindakan pencegahan yang tepat dilakukan di lokasi lereng yang mengalami kelongsoran di ruas jalan poros Tanah Miring, Merauke, dengan koordinat $8^{\circ}23'35,6''S$ - $140^{\circ}30'30,5''E$, Provinsi Papua Selatan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Desain dan lokasi penelitian

Penelitian ini dirancang menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan analisis geoteknik. Tahapan utama meliputi pengumpulan data lapangan, pengujian laboratorium, dan analisis stabilitas lereng. Data lapangan diperoleh melalui survei lokasi dan pengukuran geometri lereng pada ruas jalan poros Tanah Miring di Distrik Tanah Miring, Kabupaten Merauke, Provinsi Papua Selatan. Lokasi penelitian terletak pada koordinat $8^{\circ}23'35,6''S$ - $140^{\circ}30'30,5''E$, yang merupakan akses jalan strategis dari Kota Merauke menuju pusat perkantoran Provinsi Papua Selatan.

Lokasi penelitian berada di daerah dengan topografi yang bervariasi dan karakteristik tanah dominan berupa lempung. Faktor lingkungan seperti curah hujan tinggi, muka air tanah yang dangkal, serta beban kendaraan berat turut berkontribusi terhadap kelongsoran. Kondisi ini menekankan pentingnya perencanaan yang matang dalam memperkuat lereng melalui penerapan dinding penahan tanah. Dengan pendekatan ini, diharapkan solusi yang dihasilkan dapat meningkatkan keselamatan dan kestabilan jalan poros Tanah Miring sebagai infrastruktur penting di Provinsi Papua Selatan.



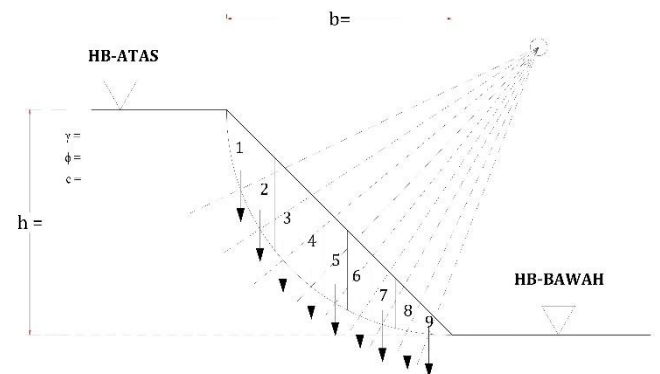
Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel tanah miring

2.2 Pengumpulan dan pengolahan data

Pengumpulan data terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan dan pengujian laboratorium. Survei lapangan dilakukan untuk mengukur geometri lereng, mengidentifikasi lokasi longsor, dan mengambil sampel tanah menggunakan metode *handbor* [8]. Sampel diuji di laboratorium untuk menentukan sifat fisis (kadar air, kepadatan, batas Atterberg) dan sifat mekanis tanah (kohesi, sudut geser dalam, dan berat isi tanah). Data sekunder berupa peta topografi, data curah hujan, dan informasi literatur digunakan untuk mendukung analisis stabilitas dan perencanaan perkuatan lereng.

a. Analisa faktor keamanan lereng

Data yang terkumpul diolah dengan menghitung Faktor Keamanan (FK) menggunakan metode irisan sederhana untuk menilai stabilitas lereng sebelum dan sesudah perkuatan [9]. Adapun nilai faktor keamanan yang telah ditentukan untuk keamanan lereng pada SNI 8460-2017, pada Gambar 2.



Gambar 2. Analisa stabilitas lereng metode irisan sederhana

Adapun perencanaan stabilitas lereng yang dibuat menggunakan program aplikasi *AutoCAD*, menunjukkan skema analisis stabilitas lereng dengan metode irisan sederhana. Adapun perhitungan untuk mengetahui nilai faktor keamanan pada lereng pada Persamaan 1.

$$FK = \frac{R}{D_t} \quad (1)$$

Dimana:

R = kuat geser

D_t = tegangan geser

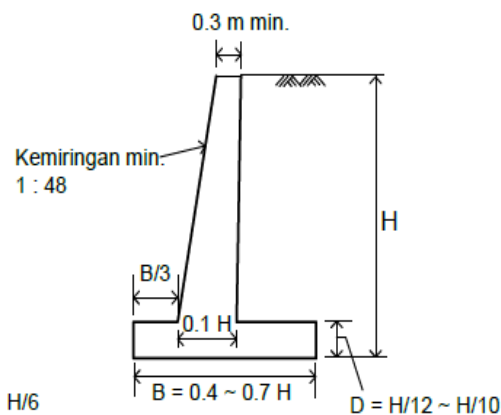
$$FK = \frac{\sigma(c \cdot E + (w \cos a \cdot \tan \phi^\circ))}{\sigma w \sin a} \quad (2)$$

- C = kohesi efektif dari uji geser (nilai uji geser langsung)
 B = lebar lereng
 W = berat irisan tanah
 H = tinggi lereng
 Φ = sudut geser dalam efektif dari uji geser (nilai uji geser langsung)
 Γ = bobot isi tanah (analisis data tanah)
 A = sudut kemiringan irisan tanah
 E = lebar antar irisan

Faktor keamanan berdasarkan metode irisan sederhana dalam analisis keruntuhan lereng menunjukkan bahwa jika Faktor keamanan $< 1,25$, keruntuhan lereng mungkin terjadi [10]. Sementara itu, faktor keamanan untuk keperluan desain menunjukkan bahwa Faktor keamanan $> 1,5$ dianggap aman untuk memperkuat lereng.

b. Dinding penahan tanah

Desain dinding penahan tanah tipe kantilever dilakukan dengan mempertimbangkan tekanan tanah lateral menggunakan teori Rankine, mencakup stabilitas terhadap gaya guling, geser, dan daya dukung tanah. Selain itu, perhitungan akan mencakup analisis terhadap kondisi dinding dengan beban merata di atas tanah serta kondisi tanpa beban, untuk memastikan stabilitas dan keamanan struktur dalam berbagai skenario pembebanan, pada gambar 3.



Gambar 3. Type dinding penahan tanah yang digunakan

Hasil analisis divalidasi menggunakan standar SNI 8460-2017 untuk memastikan keamanan dan efektivitas desain perkuatan. Dimensi pertama ini berfungsi sebagai panduan untuk perhitungan awal, berbagai ukuran dapat digunakan asalkan memenuhi syarat dan ketentuan yang ditetapkan untuk kekuatan, kelayakan, dan stabilitas [10]. Perlu disebutkan bahwa pelat memiliki ketebalan minimum 0,4-0,7 meter dan dimensi atas minimum 0,3 meter untuk dinding vertical. Kemudian pada gambar yang telah ditentukan lalu di rancangan perhitungan dinding penahan tanah sebagai berikut [11]. Adapun perhitungan yang paling di utamakan pada perencanaan dinding penahan tanah ini, yaitu dengan melakukan perhitungan terhadap guling, terhadap

geser, dan terhadap daya dukung tanah. Adapun perhitungan faktor keamanan terhadap kondisi dinding dengan beban merata di atas tanah serta kondisi tanpa beban, mencakup stabilitas terhadap gaya guling, geser, dan daya dukung tanah.

- Stabilitas terhadap gaya guling (*overturning*)

$$FS_{\text{guling}} = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_O} \quad (3)$$

ΣM_O = Jumlah momen dari gaya-gaya yang menyebabkan momen pada titik O.

$$Ph_1 \left(\frac{H}{3} \right) + Ph_2 \left(\frac{H}{2} \right) \quad (4)$$

ΣM_R = Jumlah momen yang menahan guling terhadap titik O.

Ph_1 = Komponen tekanan tanah aktif tanpa beban merata.

Ph_2 = Komponen tekanan tanah aktif dengan diberi beban merata.

Faktor keamanan minimum yang diperlukan untuk stabilitas gelinding (FS_{guling}) adalah, ($FS \text{ ijin} \geq 2$) yaitu faktor keamanan terhadap guling minimum.

- Stabilitas terhadap geser (Sliding)

Stabilitas ini merupakan gaya geser yang bekerja pada dinding penahan tanah, kemudian untuk mendapatkan nilai geser tersebut jumlah gaya total yang menahan gaya horizontal di bagi dengan jumlah total yang mendorong.

$$FS_{\text{geser}} = \frac{\Sigma V \tan \delta + Bc_a + P_p}{P_h} \quad (5)$$

Dimana:

ΣV = Jumlah gaya vertikal (kg)

$\tan \delta$ = Koefisien gesek.

P_p = Tekanan tanah aktif.

P_h = Tekanan tanah pasif.

($FS \text{ ijin} \geq 1,5$) faktor keamanan terhadap geser lateral minimum.

- Stabilitas terhadap daya dukung tanah

Adapun perhitungan yang digunakan sebagai berikut:

$$q_{\max} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \quad (6)$$

Untuk nilai maksimum, $y = B/2$

$$q_u = c \cdot N_c \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 0.5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$$

Dimana:

c = Kohesi tanah (kN/m²)

D_f = Kedalaman pondasi (m)

γ = Berat volume tanah (kN/m³)

B = Lebar pondasi dpt (m)

Catatan: N_c , N_q , N_γ adalah nilai faktor *bearing capacity* menurut tabel terzaghi 1961.

$$F = \frac{q_u}{q_{\max}} \geq 3 \text{ Faktor keamanan terhadap daya dukung minimum.}$$

c. Muka air tanah

Analisis muka air tanah pada lereng di ruas jalan Tanah Miring, Papua Selatan, mengungkapkan bahwa kenaikan muka air tanah, terutama selama musim hujan, meningkatkan tekanan pori dan mengurangi kekuatan geser tanah, sehingga memicu ketidakstabilan lereng. Kondisi ini diperparah oleh topografi curam dan jenis tanah lempung atau lanau yang memiliki permeabilitas rendah, menghambat drainase alami dan menyebabkan akumulasi air berlebih. Fluktuasi muka air tanah yang tinggi sering terkonsentrasi di zona dengan drainase buruk, meningkatkan berat massa tanah dan memicu retakan permukaan yang berkembang menjadi bidang gelincir. Untuk mitigasi, diperlukan sistem drainase vertikal dan horizontal, pemantauan rutin menggunakan piezometer, serta perbaikan vegetasi penutup lereng guna mengurangi risiko longsor dan menjaga stabilitas ruas jalan Tanah Miring.

2.3 Peralatan dan pengambilan data

a. Peralatan lapangan *handbor*

Sampel tanah diambil dari lokasi longsor menggunakan metode *handbor* hingga kedalaman tertentu untuk merepresentasikan kondisi lapangan. Lokasi ditentukan pada area dengan kerusakan signifikan, dan sampel diambil pada beberapa lapisan tanah, pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat pengujian lapangan *handbor*

Gambar diatas menunjukkan alat pengujian lapangan *handbor* yang digunakan untuk mengambil sampel tanah dari lokasi longsor. Alat ini memungkinkan pengambilan sampel hingga kedalaman tertentu untuk merepresentasikan kondisi lapangan secara akurat. Sampel tanah yang diambil kemudian dikemas dalam wadah kedap udara untuk menjaga kadar air dan mencegah kontaminasi, sehingga memastikan integritas data yang diperoleh.

b. Peralatan dan pengambilan data labolatorium

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan standar yang berlaku untuk setiap jenis pengujian, mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Setiap alat telah melalui proses kalibrasi secara berkala untuk memastikan keakuratan dan reliabilitas data yang dihasilkan. Dengan demikian, peralatan dan acuan SNI yang digunakan untuk melakukan pengujian secara fisis dan mekanis tanah.

- Peralatan uji kadar air SNI 1965:2008 [12].
- Peralatan uji bobot isi SNI 3637:1994 [13].
- Peralatan uji berat jenis SNI 1964:2008 [14].
- Peralatan uji batas-batas atterberg SNI 1966:2008 untuk batas plastis dan batas susut [15], kemudian SNI 1967-2008 untuk batas cair [16].
- Peralatan uji analisa saringan dan pengujian hidrometer SNI 3423:2008 [17].
- Peralatan uji kuat geser langsung SNI 3420:2016 [18].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil pengujian

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di laboatorium Teknik Sipil Universitas Musamus diperoleh hasil untuk mengetahui karakteristik tanah sebagai parameter untuk perencanaan dan perhitungan faktor keamanan, lalu di lakukan perhitungan dinding penahan tanah sebagai penaganan keloongsoran adapun hasil rekapitulasi pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil pengujian labolatorium

No	Pengujian	Simbol	Hasil Pemeriksaan
Pengujian Karakteristik Tanah Asli (fisis)			
1	Kadar Air	Wc	23,42 %
2	Berat Jenis	Gs	2,64
3	Analisa Saringan		
	a. Lempung	C	23 %
	b. Lanau	M	74 %
	c. Pasir	S	4 %
	d. Kerikil	G	0 %
4	Atterberg		
	a. Batas Cair	LL	51,26 %
	b. Batas Plastis	PL	24,17 %
	c. Indeks Plastis	IP	27,09 %
5	Bobot isi	γ	1,94 gram/cm ³
6	Bobot Isi Air	γ_w	1,00 gram/cm ³
7	Berat Isi Tanah Jenuh	γ_{sat}	1,97 gram/cm ³
8	Berat Isi Tanah Kering	γ_d	1,57 gram/cm ³
9	Angka pori	e	0,68
10	Porositas	n	40,60 %
11	Derajat kejenuhan	S	90 %
Pengujian Sifat Mekanis Tanah			
12	Kuat Geser Langsung		
	a. Kuat Geser Dalam	ϕ	18,71°
	b. Kohesi	c	0,448 kg/cm ²

Hasil uji laboratorium mencakup karakteristik fisik, batas Atterberg, bobot isi, porositas, derajat kejenuhan, dan

kuat geser tanah. Analisis ini dilakukan untuk memahami sifat mekanik dan hidrolik tanah yang berpengaruh pada stabilitas lereng. Data yang diperoleh digunakan untuk faktor keamanan lereng. Selain itu, data tersebut digunakan untuk menghitung daya dukung tanah dan muka air tanah, yang sangat penting dalam perencanaan sebagai penanganan kelongsoran pada lereng.

3.2 Klasifikasi tanah

Hasil pengujian tanah pada BH-ATAS dan BH-BAWAH menunjukkan fraksi lolos ayakan No. 200 sebesar 90%, mengklasifikasikan tanah sebagai lanau dan lempung (AASHTO A-6). Uji kuat geser menghasilkan kohesi (c) = 0,448 kg/cm² dan sudut geser (ϕ) = 18,71°, dengan konsistensi lempung medium hingga lunak. Batas cair (LL) tercatat 51,26% dan indeks plastisitas (PI) 27,09%, menggolongkan tanah sebagai lempung plastis tinggi (USCS CH) dengan viskositas tinggi.

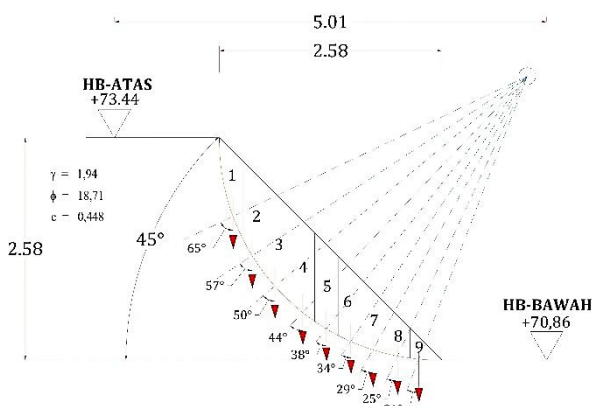
3.3 Analisis kestabilan lereng

Analisis faktor keamanan lereng dengan metode irisan sederhana menilai stabilitas berdasarkan sudut kemiringan, kohesi, dan berat jenis tanah. Evaluasi ini menentukan potensi longsor dan mendukung mitigasi risiko. Adapun parameter yang digunakan pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter untuk menghitung nilai FK

No	Parameter	Simbol	Hasil
Hasil Perhitungan Lapangan			
1	Panjang Lereng Longsoran	m	50,07 m
2	Tinggi Lereng Longsoran	m	2,58 m
3	Sudut Kemiringan Lereng	°	45°
Data hasil perhitungan laboratorium			
4	Nilai kohesi	(c)	0,448 kg/cm ²
5	Nilai berat isi tanah	(γ)	1,94 kN/m ³
6	Nilai sudut geser tanah	(ϕ)	18,71 °

Pada parameter – parameter yang telah di dapatkan dari hasil pengukuran topografi lapangan dan hasil pengujian laboratorium pada tabel rekapitulasi yang telah di dapatkan, maka langkah selanjutnya di hitung FK menggunakan program *AutoCAD* secara manual, adapun perhitungan faktor kamanan yang digunakan pada Gambar 5.



Gambar 5. Perhitungan FK pada lereng

Dari hasil Gambar 5, dan Tabel 2, yang telah didapatkan maka untuk langkah selanjutnya perlu diketahui perhitungan faktor keamanan pada lereng yang terjadi

longsor dalam perhitungan yang telah di tentukan sebagai berikut:

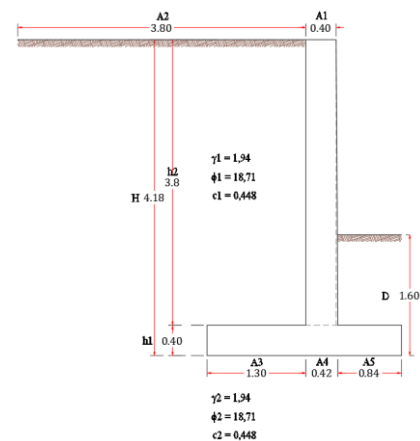
$$FS = \frac{\Sigma(C'L + (W_{\cos a} \times \tan \phi^\circ))}{\Sigma W_{\sin a}}$$

$$FS = \frac{\Sigma(0,448 \times 3,64 + (5,921 \times (\tan 18,71^\circ)))}{\Sigma 5,536} \quad FS = 0,66 \quad (\text{NOT OK})$$

Dimana menurut rekomendasi nilai faktor keamanan untuk lereng menurut sni 8460-2017, nilai FS yang di dapatkan $0,66 < 1,3$ maka lereng tersebut tidak aman atau lereng tersebut sering terjadinya kelongsoran. Hal ini menunjukkan bahwa perlu di lakukan mitigasi lebih lanjut untuk meningkatkan kestabilan lereng, oleh karena itu perlu di lakukan perencanaan dinding penahan tanah sebagai faktor kestabilan lereng.

3.4 Perencanaan dinding penahan tanah

Dari penentuan dimensi pada dinding penahan tanah yang telah di tentukan, maka perhitungan dimensi dinding penahan tanah yang di dapatkan perencanaan sebagai berikut:



Gambar 6. Dimensi Dinding Penahan Tanah

Dari data karakteristik tanah dan dimensi dinding penahan tanah yang telah diketahui, maka dilakukan perhitungan menggunakan persamaan Koefisien Tekanan Tanah untuk menganalisis stabilitas struktur terhadap tekanan lateral tanah sebagai berikut.

a. Stabilitas dinding penahan tanah tanpa beban

Stabilitas terhadap guling (*overturning*)

Karena permukaan tanah datar ($\alpha = 0$), maka $Ph_{1,2} = Pa_{1,2}$

$$\Sigma Mo = Ph_1 \left(\frac{H}{3} \right) = 6,73 \left(\frac{4,18}{3} \right) = 9,37 \text{ kN/m}$$

$$FS_{\text{Overturning}} = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma Mo}$$

$$FS_{\text{Overturning}} = \frac{120,00}{9,37} = 12,80 > 2 \quad (\text{OK})$$

Stabilitas terhadap geser (*Sliding*)

$$FS_{\text{geser}} = \frac{\Sigma V \tan \delta + Bc_a + Pp}{ph}$$

$$FS_{\text{geser}} = \frac{(70,87) \tan (0,67 \times 18,71) + 1,6 \times 0,67 \times 0,448 + 4,71}{6,4}$$

$$FS_{\text{geser}} = 3,32 > 1,5 \quad (\text{OK})$$

Stabilitas terhadap keruntuhan daya dukung tanah

$$q_{\text{max}} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_{\text{max}} = \frac{70,87}{2,5} \left(1 + \frac{6 \cdot 0,3071}{2,5}\right) = 7,50 \text{ kN/m}^2$$

Perhitungan kapasitas daya dukung:

$$q_u = c \cdot N_c \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_{\gamma} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$$

$$q_u = 0,448 \times 16,2 \times 1,321 \times 0,889 + 3,104 \times 6,5 \times 1,258 \times 0,889 + 0,5 \times 1,94 \times 2,5 \times 4,53 \times 1 \times 0,526$$

$$= 35,71181 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_{\text{Bearing}} = \frac{q_u}{q_{\text{max}}}$$

$$FS_{\text{Bearing}} = \frac{35,71181}{7,50} = 4,76 > 3 \quad (\text{OK})$$

Berdasarkan hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah tanpa beban eksternal, diperoleh faktor keamanan terhadap gaya guling sebesar 12,80 dan terhadap geser sebesar 3,32, yang memenuhi standar keamanan. Kapasitas daya dukung tanah mencapai 7,50 kN/m² dengan faktor keamanan 3,46, menunjukkan fondasi mampu menopang beban dengan aman. Hasil ini membuktikan bahwa desain dinding penahan tanah memenuhi persyaratan keamanan dan stabilitas, efektif dalam mencegah longsor pada lereng.

b. Stabilitas dinding penahan tanah saat di beri beban eksternal

Stabilitas terhadap guling (*overturning*)

Karena permukaan tanah datar ($\alpha = 0$), maka $Ph_{1,2} = Pa_{1,2}$

$$\Sigma Mo = Ph_1 \left(\frac{H}{3}\right) + Ph_2 \left(\frac{H}{2}\right)$$

$$= 6,73 \left(\frac{4,18}{3}\right) + 19,91 \left(\frac{4,18}{2}\right) = 50,99 \text{ kN/m}$$

$$FS_{\text{Overturning}} = \frac{\Sigma M_R}{\Sigma M_o}$$

$$FS_{\text{Overturning}} = \frac{120,00}{50,99} = 2,35 > 2 \quad (\text{OK})$$

Stabilitas terhadap geser (*sliding*)

$$FS_{\text{geser}} = \frac{\Sigma V \tan \delta + Bc_a + Pp}{ph}$$

$$FS_{\text{geser}} = \frac{(70,87) \tan (0,67 \times 18,71) + 1,6 \times 0,67 \times 0,448 + 4,71}{6,4}$$

$$FS_{\text{geser}} = 3,32 > 1,5 \quad (\text{OK})$$

Stabilitas terhadap keruntuhan daya dukung tanah

$$q_{\text{max}} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_{\text{max}} = \frac{70,87}{2,5} \left(1 + \frac{6 \cdot 0,2801}{2,5}\right) = 47,19 \text{ kN/m}^2$$

Perhitungan kapasitas daya dukung:

$$q_u = c \cdot N_c \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_{\gamma} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$$

$$q_u = 0,448 \times 16,2 \times 1,3021 \times 0,889 + 3,104 \times 6,5 \times 1,258 \times 0,889 + 0,5 \times 1,94 \times 2,5 \times 4,53 \times 1 \times 0,526$$

$$= 174,973 \text{ kN/m}^2$$

$$FS_{\text{Bearing}} = \frac{q_u}{q_{\text{max}}}$$

$$FS_{\text{Bearing}} = \frac{174,973}{47,19} = 3,71 > 3 \quad (\text{OK})$$

Berdasarkan analisis stabilitas dinding penahan tanah dengan beban eksternal, faktor keamanan terhadap guling sebesar 2,35 (>2) dan geser sebesar 3,32 (>1,5) memenuhi standar. Kapasitas daya dukung tanah mencapai 174,973 kN/m² dengan faktor keamanan 3,71 (>3), menunjukkan fondasi mampu menopang beban dengan aman. Hasil ini membuktikan desain dinding memenuhi persyaratan keamanan dan stabilitas, efektif mencegah longsor.

3.5 Muka air tanah

Berdasarkan hasil perhitungan muka air tanah pada lokasi penelitian, diketahui bahwa ketinggian muka air tanah berpengaruh signifikan terhadap kestabilan lereng. Dengan meningkatnya muka air tanah, tekanan air pori dalam tanah juga meningkat, sehingga mengurangi kekuatan geser dan menurunkan faktor keamanan lereng. Dari analisis yang dilakukan, muka air tanah ditemukan berada pada kedalaman yang cukup dangkal, yang dapat menyebabkan tanah menjadi jenuh dan lebih rentan terhadap longsor. Oleh karena itu, diperlukan sistem drainase yang efektif untuk menurunkan muka air tanah dan meningkatkan stabilitas lereng, guna mencegah terjadinya kelongsoran pada ruas jalan poros Tanah Miring.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa lereng di ruas jalan Tanah Miring, Papua Selatan, pada koordinat 8°23'35,6"S - 140°30'30,5"E, memiliki faktor keamanan (FS) sebesar 0,66, yang berada di bawah ambang batas aman (1,3), sehingga berpotensi mengalami kelongsoran. Dampak kelongsoran meliputi gangguan transportasi, risiko kecelakaan, biaya perbaikan tinggi, serta kerusakan ekosistem. Untuk mengatasi hal ini, digunakan Dinding Penahan Tanah tipe Kantilever. Hasil perhitungan stabilitas dinding tanpa beban eksternal menunjukkan faktor keamanan yang aman, yaitu 12,80 untuk guling, 3,32 untuk geser, dan 4,76 untuk daya dukung. Sementara itu, saat diberi beban eksternal, faktor keamanan terhadap guling sebesar 2,35, geser sebesar 3,32, dan daya dukung sebesar 3,71, yang semuanya memenuhi standar keamanan. Dengan demikian, perencanaan dinding penahan tanah efektif dalam mencegah kelongsoran dan menjaga kestabilan lereng di lokasi penelitian.

REFERENSI

- [1] "Nugie, 'Geografis,' Portal.merauke. [Online]. Available: <https://portal.merauke.go.id/news/7/geografis.html>".
- [2] Y. Firdaus Jurusan *et al.*, "Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellenius Studi Kasus: Proyek Pekerjaan Drainase Gedung Ppiig Di Universitas Palangka Raya," vol. 5, no. 2, pp. 1–9, 2022.
- [3] B.W. Das, *Mekanika Tanah: Prinsip-Prinsip*

- Rekayasa Geoteknik*, Edisi Kedu. Jakarrta: Perpustakaan Balai Teknik Sabo, 1994.
- [4] D.L. Harianja, S. Suyadi, and C. Utary, "Perencanaan Perkerasan Kaku pada Jalan Alternatif dengan Metode Manual Desain 2017," pp. 1–6, 2024.
- [5] J.B . Bowles, *sifat-sifat fisis dan mekanis tanah: Mekanika Tanah*. jakarta: Erlangga, 1984.
- [6] M. A. Fikri and E. I. Imananto, "19 analisa penyebab terjadi longsoran ditinjau dari stabilitas tanah dan pengurangan resikonya," vol. 1, no. 01, pp. 19–28, 2022.
- [7] F. M. Hudha *et al.*, "Analisis Stabilitas Lereng Badan Jalan Desa Kawengen Ungaran Kabupaten Semarang," vol. 6, no. 1, pp. 1–15, 2022.
- [8] Afriliyani.D.A, "Jurusan Teknik Sipil Universitas Semarang Jl . Soekarno Hatta , Tlogosari , Kota Semarang," no. 1, pp. 1–6, 2016.
- [9] S. L. Pangemanan and O. B. . S. A.E Turangan, "Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland)," *J. Sipil Statik*, vol. 2, no. 1, pp. 22–28, 2014, [Online]. Available:<http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/3920>
- [10] "Badan Standardisasi Nasional, 2017. Persyaratan Perancangan Geoteknik, SNI 8460-2017. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta".
- [11] D. H. Maulida and A. Alihudin, "Jurnal Smart Teknologi Studi Alternatif Penanganan Stabilitas Tebing Sungai Menggunakan Tembok Penahan Tipe Kantilever Wall (Studi Kasus : Kawasan Sungan Indragiri , Desa Kampung Baru , Kecamatan Cerenti , Kabupaten Kuantan Singingi) Alternative Study o," vol. 4, no. 4, pp. 496–512, 2023.
- [12] S. 1965:2008, *Cara Uji Penentuan Kadar Air dan Untuk Tanah dan Batuan Di Labolatorium*. 2008.
- [13] S. 03-3637-1994, "Metode Pengujian Berat Isi Tanah Berbutir Halus Dengan Benda Uji," 1994.
- [14] S. 1964:2008, "Cara Uji Berat Jenis Tanah," 2008.
- [15] S. 1966:2008, "Cara Uji Penentuan Batas Plastis Dan Indeks Plastisitas Tanah".
- [16] SNI 1967-2008, "Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah," 2008.
- [17] S. 3423:2008, "Cara Uji Analisa Ukuran Butir Tanah," 2008.
- [18] S. 3420:2016, "Metode Uji Kuat Geser Langsung Tanah Tidak Terkonsolidasi Dan Tidak Terdrainase," 2016.