

ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH TIPE KANTILEVER (Studi Kasus Jalan Poros Rantetayo- Kurra Dusun Ratte Dena' Lembang Lipungan Tanete kecamatan Kurra kabupaten Tana Toraja)

Rilva Toding Bua^{1,*}, Azril Tangke Sombolinggi², Abdias Tandy Arrang, Ermitha Ambun, Parea Rusan Rangan, Zwengly L. Honta, Jufri Manga, Hendra Hafid, Agustina Pagatiku.

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Tana Toraja

¹ rilvatodingbua@ukitoraja.ac.id, ² azrilsombolinggi@ukitoraja.ac.id, abdiastandy@gmail.com, ambun.rombe@gmail.com, pareausanrangan68@gmail.com, zwenglylh@gmail.com, jufriamanga@gmail.com, hendra.ukit@gmail.com, atapagatiku@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
Kata Kunci: Dinding Penahan Tanah Karakteristik Tanah Kantilever Faktor Keamanan	Pada pembuatan jalan raya sering terjadi kelongsoran tanah khususnya di daerah pegunungan yang memiliki kontur tanah yang miring. Seperti pada jalan tepatnya di Kurra Kecamatan Kurra Lembang Lipungan Tanete Dusun Ratte Dena' Kabupaten Tana Toraja merupakan daerah yang memiliki kontur tanah miring sering terjadi kelongsoran lereng pada badan jalan maupun tepi jalan. Apabila terjadi kelongsoran tanah maka arus lalu lintas pada jalan tersebut akan mengalami gangguan. Metode Penelitian yang digunakan adalah studi kepustakaan yaitu mencari dan mempelajari topik yang di bahas dari berbagai sumber, studi lapangan (observasi) dan pengujian laboratorium. Hasil analisis kestabilan lereng diperoleh nilai faktor keamanan lereng $0.97 < 1.07$ yang menandakan lereng tersebut dalam keadaan Labil (tidak aman). Hasil analisis perencanaan dinding penahan tanah dengan menggunakan Tipe Kantilever dengan dimensi $H = 6 \text{ m}$, $B = 3.60 \text{ m}$, $a = 0.40 \text{ m}$, $H_1 = 0.60 \text{ m}$. Untuk kelongsoran/keruntuhan yang terjadi, diperoleh nilai faktor keamanan terhadap guling adalah $F_{gl} = 2.57 < 2$ (Aman), untuk analisis terhadap gaya geser adalah $F_{gs} = 3.49 > 1.5$ (Aman), dan nilai faktor keamanan terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah adalah $FK = 4.15 > 3$ (Aman).

Keywords:

Retaining Wall
Soil Characteristics
Cantilever
Safety Factor

ABSTRACT

In the manufacture of highways, landslides often occur, especially in mountainous areas that have sloping land contours. As on the road precisely in Kurra, Kurra District, Lipungan Tanete Village, Ratte Dena' Hamlet, Tana Toraja Regency is an area that. Has a sloping land contour often occurs landslides. Sloping land contours often occur slopes on the road body and roadside. If there is a landslide, the traffic flow on the road will experience interference.

The research method used is a literature study, namely searching and studying the topics discussed from various sources, field studies (observation) and laboratory testing.

The results of the slope stability analysis obtained a slope safety factor value of $0.97 < 1.07$ which indicates that the slope is in an unstable (unsafe) state. The results of the analysis of soil retaining wall planning using the Cantilever Type with dimensions $H = 6$ m, $B = 3.60$ m, $a = 0.40$ m, $H_1 = 0.60$ m for the landslide / collapse that occurred, obtained the value of the safety factor against overturning is $F_{gl} = 2.57 > 2$ (Safe), for the analysis of shear force is $F_{gs} = 3.49 > 1.5$ (Safe), and the value of the safety factor against the collapse of the soil bearing capacity is $F_K = 4.15 > 3$ (Safe).

This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license.

**I. Pendahuluan**

Dinding penahan tanah adalah suatu struktur konstruksi yang dibangun untuk menahan tanah yang mempunyai kemiringan, atau lereng dimana kemantapan tanah tersebut tidak dapat dijamin oleh tanah itu sendiri. Bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urugan, atau tanah asli yang labil akibat kondisi topografinya. Dinding penahan tanah tipe kantilever adalah dinding ini sering dipakai dan terbuat dari beton bertulang yang memanfaatkan sifat kantilevernya untuk menahan massa tanah yang ada di belakang dinding. Untuk mencapai stabilitas dinding penahan ini mengandalkan berat tanah yang berada di atas tumit (heel). Yang berfungsi disini adalah 3 (tiga) bagian balok konsol yaitu bagian badan (stem), tumit (heel) dan kaki (foot).

Pada jalan raya sering terjadi kelongsoran tanah khususnya di daerah pegunungan yang memiliki kontur tanah yang miring. Di jalan Rantetayo-Kurra, (tepatnya di Lembang Lipungan Tanete Kecamatan Rantetayo,) merupakan daerah yang memiliki kontur tanah yang miring sehingga terjadi kelongsoran lereng pada badan jalan maupun tepi jalan. Apabila terjadi kelongsoran tanah, maka akan mengakibatkan arus lalu lintas pada jalan tersebut mengalami gangguan, dan juga dapat menyebabkan potensi rusaknya bangunan yang ada diatas dan dibawah lereng. Pembangunan dinding penahan tanah bertujuan, untuk menjaga infrastruktur tetap aman terhadap guling, geser, dan keruntuhan. sepanjang garis dinding penahan tanah tersebutaman dalam waktu yang lama (kuat secara struktur) merupakan, tuntutan yang harus dilakukan untuk melindungi infrastruktur dari kegagalan fungsinya. Dinding penahan dapat dikatakan aman apa bila dinding penahan tersebut telah diperhitungkan faktor keamanannya, baik terhadap bahaya pergeseran, bahaya pergulingan dan keruntuhannya perhitungan stabilitas merupakan salah satu aspek yang tidak boleh diabaikan karena stabilitas dinding penahan tanah sangat mempengaruhi usia dinding penahan itu sendiri.

II. Metode

Lokasi penelitian untuk tugas akhir ini berada di Jalan Poros. Rantetayo-Kurra, Lembang Lipungan Tanete, Kecamatan Rantetayo Kabupaten Toraja Utara tepatnya ± 500 m dari Puskesmas Kurra dan berada dititik koordinat $3^{\circ}00'39.4''S$ $119^{\circ}47'16.5''E$.

Metode penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer berupa tinggi lereng, luas lereng dan kemiringan longsor. Data sekunder berupa buku dan jurnal. Selanjutnya dilakukan pengujian laboratorium yaitu kadar air, berat jenis, analisa saringan, batas-batas atterberg, pemadatan dan uji kuat geser. Setelah itu dilakukan pengolahan data dengan membuat desain dinding penahan tanah lalu dianalisa dan disimpulkan.

III. Hasil dan Pembahasan**3.1 Analisis Laboratorium**

Analisis kestabilan lereng dan penanggulangannya memerlukan data sifat fisik material tanah. Pengujian sifat fisik material di Laboratorium bertujuan untuk mendapatkan nilai berat jenis, kadar air, berat isi, batas-batas atterberg, analisa saringan, dan nilai kuat geser.

Hasil pengujian berat jenis (Gs) yang sudah dilakukan di Laboratorium dilakukan dengan pengujian sebanyak dua sampel. Dari penelitian tersebut didapatkan nilai berat jenisnya 2.65. Angka ini menunjukkan bahwa sampel tanah termasuk dalam golongan tanah Lempung Organik, dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3.1 Pengujian Berat Jenis Tanah

Nomor Piktometer		I	II
Berat piknometer kosong	(gram)	33.07	31.99
Berat piknometer + tanah	(gram)	25	25
Berat piknometer + tanah + air	(gram)	93.40	93.79
Berat piknometer + air	(gram)	77.83	78.20
Faktor koreksi (K)	(T = 25° C)	0.9995	0.9995
Berat jenis (Gs)	(gram/cm ³)	2.65	2.66
Berat jenis rata-rata (Gs)	(gram/cm ³)	2.65	

Pengujian kadar air tanah asli dan berat isi dilakukan sebanyak dua sampel dengan jenis tanah yang sama. Dari hasil pengujian tersebut dapat diambil rata-rata kadar air pada tanah tersebut sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut memiliki kadar air sebesar 32.50%. Hasil tersebut bahwa tanah tersebut memiliki kadar air yang cukup tinggi. Dari hasil pengujian dan perhitungan diperoleh nilai berat isi tanah kering rata-rata (γ_d) sebesar 4.91 gr/cm³, dan berat isi tanah basah rata-rata (γ_d) sebesar 6.52 gr/cm³.

Tabel 3.2 Hasil Pengujian Kadar Air Dan Berat Isi

Keterangan		I	II
Berat tanah + Cincin	(gram)	249.63	194.49
Berat Cincin	(gram)	90.79	64.91
Berat Tanah Basah	(gram)	158.84	131.58
Berat Tanah Kering	(gram)	124.67	95.63
Diameter		6.50	5.00
Tinggi		2.50	3.00
Volume Cincin		26.41	18.75
Berat Isi Basah	(gram)	6.02	7.02
Berat Isi Kering	(gram)	4.72	5.10
Berat Air	(gram)	34.17	35.95
Kadar Air	(%)	27.41	37.59
Kadar Air Rata-Rata		32.50	

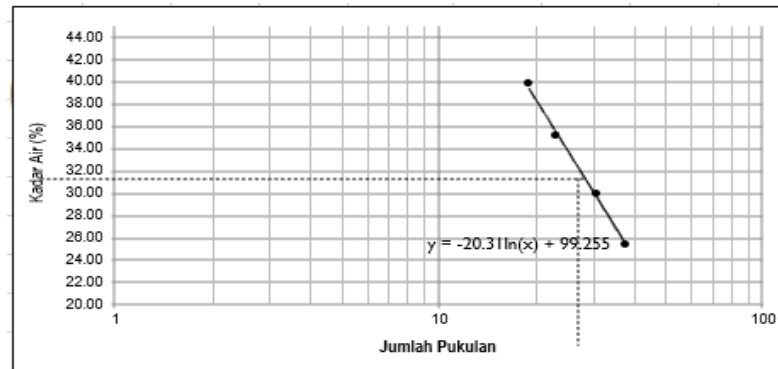
Tabel 3.3 Hasil Pengujian Batas Cair

Batas Cair					
Banyaknya Ketukan	38	31	23	19	
Nomor Cawan	1	2	3	4	
Berat Cawan + tanah basah (W2)	gr	10.55	10.43	11.64	10.88
Berat Cawan + Tanah Kering (W3)	gr	9.54	9.24	9.98	9.17
Berat Air (Ww)	gr	1.010	1.190	1.660	1.710
Berat Cawan Kosong (W1)	gr	5.55	5.25	5.24	4.87
Berat tanah kering (Ws)	gr	3.99	3.99	4.74	4.3
Kadar Air (w)	%	25.313	29.825	35.021	39.767

Batas Cair (LL) didapat pada pukulan 25

Jadi, LL = $-20.31 \ln(25) + 99.255 = 30.05$

Berdasarkan Tabel 3. diketahui bahwa nilai batas cair dari sampel tanah asli > 40%, dimana ini menunjukkan bahwa sampel tanah asli memenuhi standar nilai batas cair untuk kerikil dan pasir yang berlanau



atau lempung.

Gambar 1. Kurva Aliran Untuk Penentuan Batas Cair

semakin rendah jumlah tumbukan yang didapatkan, sebaiknya semakin rendah kadar air yang didapatkan. Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui hubungan antara kadar air serta jumlah tumbukan yang diperhatikan pada grafik diatas.

Tabel 3.4 Batas Plastis

No.	Jenis Pengujian	Satuan	Batas Plastis	
			A1	B1
1	Berat tanah basah + container, W1	Gram	5.700	5.770
2	Berat tanah kering + Container, W2	Gram	5.600	5.667
3	Berat Container, W3	Gram	5.100	5.16
4	Berat air (Ww = W1-W2)	Gram	0.100	0.103
5	Berat tanah kering (Wd = W2-W3)	Gram	0.500	0.507
6	Kadar air, Ww / Wd x 100%	%	20.000	20.316
7	Kadar Air Rata Rata		20.158	

Nilai batas plastis didapat dari rata-rata nilai kadar air pada pengujian batas plastis. Pada tabel diatas nilai batas plastis yang didapatkan adalah 20.158%. Hasil pengujian indeks plastis didapatkan dari nilai batas cair dan batas plastis pengujian dari pengujian sebelumnya, dimana nilai indeks plastis ditentukan dengan Persamaan sebagai berikut.

$$IP = LL - PL$$

$$IP = 30.05 \% - 20.158 \% = 9.892 \%$$

Berdasarkan persamaan diatas dapat diketahui bahwa nilai indeks plastis ($IP \leq 11$), maka disimpulkan bahwa sampel tanah yang digunakan termasuk Tanah Lempung Berlanau yang berkohesif dan bersifat Plastis sedang.

Tabel 3.5 Analisa Saringan

No.	B. Saringan +	Diameter	B. Tertahan	B. Kumulatif	Persen (%)	
Saringan	B. Tertahan	(mm)	(gram)	(gram)	Tertahan	Lolos
4	430,3	4,74	0	0	0	100
10	439	2	1,93	1,93	0,386	99,614
16	444	0,8	40,54	42,47	8,494	91,506
40	528	0,6	80,75	123,22	24,644	75,356
60	420,6	0,25	105,58	228,8	45,76	54,24
100	524	0,15	130,23	359,03	71,806	28,194
200	445,1	0,075	120,05	479,08	95,816	4,184
Pan	277	-	20,92	500	100	0

3.2 Analisis Kestabilan Lereng

Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Luas Longsoran

Bidang	Lebar (m)	Tinggi (m)	Rumus	Luas (m ²)
1	2.76	3.38		4.664
3	2.70	2.79		3.767
4	2.70	3.38		4.563
6	2.70	1.85		2.498
7	2.70	3.38	$\frac{1}{2}.a.t$	4.563
9	2.70	1.16		1.567
10	2.70	3.38		4.563
12	2.70	0.62		0.838
13	2.70	3.23		4.360
2	2.70	6.35		8.572
5	2.70	3.38	p.l	4.563
8	2.70	3.38		4.563
11	2.70	2.62		3.538
Jumlah				52.619

Berdasarkan hasil pengukuran dilapangan didapatkan panjang 13.20m dan luas longsor berdasarkan tabel diatas adalah 52.619 m² sehingga volume longsor = panjang longsor x luas total

$$= 13.20m \times 52.619 m^2 = 694.45 m^3$$

3.3 Analisis Keamanan Lereng

Tabel 3.7 Hasil Perhitungan Berat Tanah

Bidang	Lebar (m)	Tinggi (m)	γ (KN/m ³)	Rumus	Berat tanah (W) (KN/m ³)
1	2.76	3.38	23.05		107.51
3	2.70	2.79	23.05		86.82
4	2.70	3.38	23.05		105.17
6	2.70	1.85	23.05		57.56
7	2.70	3.38	23.05	$\frac{1}{2}.a.t.\gamma$	105.17
9	2.70	1.16	23.05		36.09
10	2.70	3.38	23.05		105.17
12	2.70	0.62	23.05		19.29
13	2.70	3.23	23.05		100.50
2	2.70	6.35	23.05		197.59
5	2.70	3.38	23.05	p.l. γ	105.17
8	2.70	2.62	23.05		105.17
11	2.70	3.38	23.05		81.52
Jumlah					1212.73

Hasil perhitungan dari tabel diatas diperoleh jumlah berat tanah (w) sebesar 1212.73 KN/m³

Tabel 3.8 Tabel Hasil Menghitung Irisan Dengan Metode Bishop

FS Ruas Kiri	IRISAN NO	C	ϕ	WN (kN/M)	α_n (°)	$\sin \alpha_n$	$\cos \alpha_n$	Ba	$\tan \phi$	WN. $\sin \alpha_n$	Wn. $\tan \phi$	c.bn	FS Ruas Kanan	$m\alpha_n$	(c.bn + Wn. $\tan \phi$) + 1/man
	1	12.75	29	107.51	23	0.391	0.921	2.76	0.55	42.01	59.59	35.19	0.80	1.19	79.53
	2	12.75	29	191.99	30	0.500	0.866	2.70	0.55	96.00	106.42	34.43	0.80	1.21	116.17
0.97	3	12.75	29	198.82	38	0.616	0.788	2.70	0.55	122.41	110.21	34.43	0.80	1.21	119.08
	4	12.75	29	224.96	46	0.719	0.695	2.70	0.55	161.82	124.70	34.43	0.80	1.19	133.37
	5	12.75	29	205.98	55	0.819	0.574	2.70	0.55	168.73	114.18	34.43	0.80	1.14	130.22
	6	12.75	29	100.5	67	0.921	0.391	2.70	0.55	92.51	55.71	34.43	0.80	1.03	87.63
	JUMLAH (Σ)									683.47					666.04

Dari tabel 3.8 di peroleh nilai faktor keamanan (FS) nya $0.97 < 1.07$ maka lereng tersebut dinyatakan labil

(atau tidak aman).

3.4 Perencanaan Dinding Penahan Tanah

3.4.1 Menentukan Dimensi Dinding Penahan Tanah

Data tanah dan dimensi Dinding Penahan adalah sebagai berikut :

Data Tanah :

Berat isi Tanah Asli	= 2.35 gr/cm ³ = 23.05 kg/m ³
Berat Beton	= 24 Kn/ m ²
Sudut Gesek Tanah Asli (Ø1)	= 12.70°
Kohesi Tanah Asli (C1)	= 0.35kg/cm ² =12.75kN/m ²

Data Dinding Penahan Tanah yang Direncanakan :

Tinggi Total (H)	= 6 m
Tinggi dari Permukaan Telapak (H2)	= 5,50 m
Tinggi (H3)	= 0,52 m
Tinggi (H')	= 6,52 m
Tebal Dinding Atas (a)	= 0,40 m
Lebar Toe (B1)	= 1,20 m
Lebar Heel (B3)	=1,80 m
Lebar Dinding Bawah (B2)	= 0,60 m
Lebar Telapak (H1)	= 0,60 m
Lebar Total (B)	= 3,60 m
Tinggi D	= 1,10 m
Kemiringan Tanah dibelakang Dinding β = 16°	

3.4.2 Analisis Tekanan Tanah

Analisis untuk tekanan tanah aktif dan pasif dengan pembagian segmen untuk perhitungan gaya – gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah. Untuk dinding penahanan tanah yang tidak datar (sudut kemiringan permukaan tanah tidak sama dengan nol). Maka untuk mencari besarnya koefisien tanah aktif dan koefisien tanah pasif maka digunakan rumus sebagai berikut :

a. Koefisien Tekanan Tanah

$$\begin{aligned}
 K_a &= \cos\beta \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}} \\
 &= \cos 16 \frac{\cos 16 - \sqrt{\cos^2 16 - \cos^2 12}}{\cos 16 + \sqrt{\cos^2 16 - \cos^2 12}} \\
 &= 0,961 \frac{0,961 - \sqrt{0,961 - 0,978}}{0,961 + \sqrt{0,961 - 0,978}} \\
 &= 0,961 \times 0,96 \\
 &= 0,92
 \end{aligned}$$

b. Koefisien Tekanan Tanah Pasif

$$\begin{aligned}
 K_p &= \cos\beta \frac{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}} \\
 &= \cos 16 \frac{\cos 16 + \sqrt{\cos^2 16 - \cos^2 12}}{\cos 16 - \sqrt{\cos^2 16 - \cos^2 12}}
 \end{aligned}$$

$$= 0,961 \frac{0,961 + \sqrt{0,961 - 0,978}}{0,961 - \sqrt{0,961 - 0,978}}$$

$$= 0,961 \times 0,96$$

$$= 0,92$$

c. Tekanan Tanah Aktif

$$Pa1 = \frac{1}{2} H' \cdot \gamma_2 \cdot Ka$$

$$= \frac{1}{2} (6,52 \text{ m}) \times (23,05 \text{ Kn/m}^3) \times (0,92)$$

$$= 69,13 \text{ kN/m}$$

$$Pa2 = \frac{1}{2} H' \cdot \gamma_2 \cdot Ka^{\frac{3}{4}}$$

$$= \frac{1}{2} \times (6,52 \text{ m}) \times (23,05 \text{ Kn/m}^3) \times (0,92) \times \frac{3}{4}$$

$$= 51,85 \text{ kN/m}$$

$$Pa_{\text{tot}} = Pa1 + Pa2$$

$$= 69,13 \text{ kN/m} + 51,85 \text{ kN/m}$$

$$= 120,98 \text{ kN/m}$$

Komponen Pa:

$$Pv = Pa \cdot \sin \beta$$

$$= 120,98 \times 0,28$$

$$= 33,87$$

$$Ph = Pa \cdot \cos \beta$$

$$= 120,98 \times 0,96$$

$$= 116,14$$

d. Tekanan Tanah Pasif

Rumus tekanan tanah pasif dibelakang dinding penahan tanah sebagai berikut:

$$Pp = 2 \cdot C \cdot H' \cdot \sqrt{Ka}$$

$$= 2 \times (23,05 \text{ kN/m}^2) \times (6,52 \text{ m}) \sqrt{0,92}$$

$$= 288,29 \text{ kN/m}$$

Berikut tekanan tanah pasif yang berada pada depan dinding penahan tanah:

$$Pp1 = \frac{1}{2} D^2 \cdot \gamma_1 \cdot Kp$$

$$= \frac{1}{2} (1,10 \text{ m})^2 \times (23,05 \text{ kN/m}^3) \times 0,92$$

$$= 13,11 \text{ kN/m}$$

$$Pp2 = 2 \cdot C_1 \cdot D \cdot \sqrt{Kp}$$

$$= 2 \times (12,75 \text{ kN/m}^2) \times (1,10 \text{ m}) \times \sqrt{0,92}$$

$$= 26,90 \text{ kN/m}$$

$$Pp_{\text{tot}} = Pp1 + Pp2$$

$$= 13,11 \text{ kN/m} + 26,90 \text{ kN/m}$$

$$= 40,01 \text{ kN/m}$$

3.4.3 Analisis Stabilitas Terhadap Gaya Guling

Bangunan dinding penahan tanah dikatakan aman apabila angka keamanan lebih dari 2 untuk tanah kohesif. Dinding penahan tanah dikatakan guling apabila angka keamanan lebih dari 2 (faktor aman yang disyaratkan).

Gaya Guling dihitung dengan Persamaan dibawah ini

$$\begin{aligned}
 M_o &= (Pa_1 \times \frac{H'}{2}) + (Pa_2 \times \frac{H'}{3}) \\
 &= (69.81 \text{ kN/m} \times \frac{6.52}{2}) + (51.85 \text{ kN/m} \times \frac{6.52}{3}) \\
 &= 227.58 + 112.69 \\
 &= 340.27 \\
 F_s &= \frac{M_R}{M_o} = \frac{875.99}{340.27} = 2.57 > 2 \dots \dots \dots (\text{AMAN})
 \end{aligned}$$

3.4.4 Analisis Stabilitas Terhadap Gaya Geser

Dinding penahan tanah dikatakan bergeser apabila angka keamanan kurang dari 1,5 (faktor aman yang disyaratkan). Bergesernya bangunan dipengaruhi oleh besarnya gaya tahan atau gaya vertikal yang berbanding dengan gaya geser atau gaya horizontal.

Gaya Geser (V_a) dihitung dengan Persamaan (2.27):

$$\begin{aligned}
 V_o &= Pa_1 + Pa_2 \\
 &= 69.81 \text{ kN/m} + 51.85 \text{ kN/m} \\
 &= 121.66 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Gaya Penahan (V_b) dihitung dengan Persamaan (2.28):

$$\begin{aligned}
 V_b &= \Sigma v + P_p \\
 &= 384.01 + 40.01 \\
 &= 424.02 \\
 F_s &= \frac{V_b}{V_o} = \frac{424.02}{121.66} = 3.49 > 1.5 \dots \dots \dots (\text{AMAN})
 \end{aligned}$$

3.4.5 Analisis Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah

Analisis kapasitas dukung ultimit dihitung dengan menggunakan persamaan Vesic (1975) untuk beban miring dengan eksentris.

Eksentrisitas (e) dihitung dengan Persamaan (2.17):

$$\begin{aligned}
 e &= \left(\frac{B}{2} \right) - \left(\frac{M_b - M_o}{\Sigma v} \right) \\
 &= \frac{3.6}{2} - \left(\frac{875.99 - 340.27}{384.01} \right) \\
 &= 1.8 - 1.39 \\
 &= 0.41 < \frac{B}{6} = \frac{3.6}{6} \\
 &= 0.41 < 0.6 \dots \dots \dots (\text{OK}) \\
 B' &= B - 2 \cdot e \\
 &= 3.6 - 2(0.37) \\
 &= 2.86
 \end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai eksentrisitas maka dicari nilai Q_{Min} dan Q_{Max} yang terjadi dibawah pondasi penahan Tanah dihitung dengan Persamaan (2.19) dan (2.20):

$$\begin{aligned} Q_{Min} &= \frac{\Sigma V}{B} \times \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \\ &= \frac{384.01}{3.6} \times \left(1 - \frac{6 \times 0.37}{3.6}\right) \\ &= 40.89 \\ Q_{Max} &= \frac{\Sigma V}{B} \times \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \\ &= \frac{384.01}{3.6} \times \left(1 + \frac{6 \times 0.37}{3.6}\right) \\ &= 172.45 \end{aligned}$$

Lebar efektif

$$\begin{aligned} B' &= B - 2e \\ &= 3.6\text{m} - 2(0.37\text{ m}) \\ &= 2.86\text{ m} \\ A' &= B'(1) \\ &= (3.06\text{m}) (1) \\ &= 3.06\text{ m} \end{aligned}$$

Dari faktor-faktor Daya Dukung Hansen dan Vesic (1973) untuk nilai sudut geser dalam 12° digunakan nilai: $N_q = 2.97$; $N_c = 8.28$; $N_\gamma = 0.63$ dan digunakan faktor kedalaman pondasi (df) sebesar 1,1 m. Faktor kemiringan beban:

$$\begin{aligned} i_q &= \left[1 - \frac{0.5.H'}{V + A'C_1 \cdot \text{ctg } \theta}\right]^5 \\ &= \left[1 - \frac{0.5 \times 6.52}{341.01 + 3.06 \times 12.75 \times \text{ctg } 12^\circ}\right]^5 \\ &= \left[1 - \frac{3.26}{349.12}\right]^5 \\ &= 0.790 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i_c &= i_q - \frac{(1 - i_q)}{N_q - 1} \\ &= 0.790 - \frac{1 - 0.790}{3.59 - 1} \\ &= 0.708 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i_\gamma &= \left[1 - \frac{0.7.H'}{V + A'C_1 \cdot \text{ctg } \theta}\right]^5 \\ &= \left[1 - \frac{0.7 \times 6.52}{341.01 + 3.06 \times 12.75 \times \text{ctg } 12^\circ}\right]^5 \\ &= \left[1 - \frac{4.56}{349.12}\right]^5 \\ &= 0.936 \end{aligned}$$

$$Q_U = d_c \cdot i_c \cdot c_1 \cdot N_c + d_q \cdot i_q \cdot D_f \cdot \gamma_1 \cdot N_q + d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot 0.5 \cdot B \cdot \gamma_1 \cdot N_\gamma$$

$$\begin{aligned} &= (1 \times 0.708 \times 12.75 \times 8.28) + (1 \times 0.790 \times 1.1 \times 23.05 \times 2.97) + (1 \times 0.936 \times 0.5 \times 3.6 \times 23.05 \times 0.63) \\ &= 178.69 \end{aligned}$$

$$SF = \frac{Q_U}{Q_{Min}} = \frac{178.69}{43.09} = 4.15 > 3 \dots \dots \dots (\text{AMAN})$$

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, pengolahan dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis kestabilan lereng diperoleh nilai faktor keamanan lereng $0.95 < 1.07$ yang menandakan lereng tersebut dalam keadaan Labil (tidak aman).
2. Hasil analisis perencanaan dinding penahan tanah dengan menggunakan Tipe Kantilever dengan dimensi $H = 6$ m, $B = 3.60$ m, $a = 0.40$ m, $H_1 = 0.60$ m. Untuk kelongsoran/keruntuhan yang terjadi, diperoleh nilai faktor keamanan terhadap guling adalah $F_{gl} = 2.57 > 2$ (Aman), untuk analisis terhadap gaya geser adalah $F_{gs} = 3.49 > 1.5$ (Aman), dan nilai faktor keamanan terhadap keruntuhan kapasitas daya dukung tanah adalah $FK = 4.15 > 3$ (Aman).

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penerbitan paper ini.

Daftar Pustaka

Jenis Referensi	Contoh Penulisan
Book	[1] Bowles, E.J., 1989. Sifat-Sifat Fisik Tanah, Jakarta: Penerbit Erlangga. Buku Ajar Klasifikasi Tanah dan Kesesuaian Lahan.
Book	[2] Creig, R.F., 1991. Mekanika tanah Edisi Keempat. Diterjemahkan f12f12oleh Budi Susilo, Erlangga: Jakarta.
Book	[3] Das, B.M., Noor, E. dan Mochtar, I.B., 1983, Mekanika Tanah Jilid 2, Penerbit Erlangga
Journal article	[4] Glandicha L, Leksi Kadang, 2022. Analisis Kestabilan Lereng menggunakan Metode Bishop.
Journal article	[5] Hary Christady Hardiyatmo, 2004, Tanah Ekspansif Permasalahan dan Penanganan, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
Journal article	[6] Hary Christady Hardiyatmo, 2012. Tanah Longsor Erosi Kejadian dan Penanganan, Gadjah Mada University Press.
Book	[7] R.F. Craig, Budi Susilo S, 1987. Mekanika Tanah, Penerbit Erlangga, PT. Gelora Aksara Pratama Jakarta.
Journal article	[8] Sambira, Yulius Tambing, 2022. Tinjau Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever pada Proyek PITm Maiting Hulu II Universitas Kristen Indonesia Toraja.
Journal article	[9] Astriani Pakiding, Rismawati Paembonan, 2022. Analisis Kestabilan Lereng Dan Penanggulangannya
Journal article	[10] SNI 03-1962-1990, tentang Tata Cara Perencanaan Penanggulangan Longsor.
Journal article	[11] SNI 8460-2017, tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik.
Journal article	[12] SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung.
	[13] Rangan PR, dkk., 2021. Implementasi dan Implikasi Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia (Target dan Strategi)
	[14] Parea Rusan Rangan, M. Tumpu, 2021. Effect Calcium Hydroxide (traditionally called slaked lime) to Stabilization of Laterite Soil, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, https://iopscience .
	[15] Parea Rusan Rangan, Abdias T., 2020. Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Limbah Keramik (Studi Kasus: Tanah di Tanete, Lembang Limbong, Kecamatan Rembon, Kabupaten Tana Toraja), Journal Dynamic Saint, Edisi 5 nomor 2.
	[16] Rangan PR, Tumpu M., 2021. Effect Calcium Hydroxide (traditionally called slaked lime) to Stabilization of Laterite Soil, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, https://iopscience