

Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (Studi Kasus : Sdn Lio, Kecamatan Cireunghas)

Riska Rahmawati Djunaedi

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Muhammadiyah Sukabumi, Sukabumi.

e-mail : *Riskarahma086@gmail.com*

Abstrak

Longsor dapat terjadi pada hampir setiap lereng alami ataupun buatan secara tiba-tiba. Longsor terjadi akibat meningkatnya tegangan geser dan menurunnya kuat geser pada bidang longsor. SDN Lio merupakan salah satu sekolah yang berada di bawah lereng rawan longsor. Longsor dapat ditanggulangi salah satunya dengan pemasangan dinding penahan tanah.

Analisis kestabilan lereng dilakukan untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor potensial dengan menggunakan metode fellenius. Perencanaan dinding penahan tanah yang aman harus menghitung faktor keamanan terhadap geser, guling dan kapasitas daya dukung.

Dari analisis yang dilakukan di SDN Lio didapat nilai faktor keamanan stabilitas lereng dengan pengaruh muka air tanah yaitu 0.70 dan nilai faktor keamanan stabilitas lereng tanpa pengaruh muka air tanah yaitu 0.93 yang menunjukkan bahwa keadaan lereng tersebut tidak aman. Faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah terhadap geser, guling dan kapasitas daya dukung masing-masing nilainya 4.78, 3.91 dan 7.78.

Kata kunci : longsor, metode fellenius, kestabilan lereng, faktor keamanan, dinding penahan tanah

GRAVITY TYPE RETAINING WALL PLANNING (Case Study: SDN LIO Kecamatan Cireunghas)

Abstract

Landslides can occur on most slopes that occur suddenly. Landslides occur due to shear stresses and decreased shear strength in the landslide field. SDN Lio is one of the schools located under the slope prone to landslides. Landslides can be overcome only by installing retaining walls.

Slope stability analysis is carried out to determine the safety factor of the potential landslide field using the fellenius method. Planning a safe retaining wall must calculate the safety factor for sliding, rolling and carrying capacity.

From the analysis conducted at SDN Lio, the stability of the slope using the fellenius method with the effect of the groundwater level obtained a safety factor value of 0.70 and without the effect of the groundwater level the safety factor value was 0.93, which means how the slope is not safe. The safety factor on the retaining wall against shear factor value, the overturning value and the collapse of bearing capacity is 4.78, 3.91 and 7.78.

Keywords: landslides, fellenius method, slope stability, safety factors, retaining walls.

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Kecamatan Cireunghas memiliki kondisi topografi berupa daerah berbukit-bukit dan lereng. Sekolah merupakan salah satu bagian infrastruktur terpenting yang harus ada sebagai sarana pembelajaran di setiap wilayah. Salah satu bangunan gedung sekolah di jalan Tegal panjang, Kecamatan Cireunghas yaitu SDN Lio yang gedung sekolahnya berada di bawah lereng rawan longsor. Longsor sering terjadi ketika hujan lebat. Stabilitas tanah pada lereng tersebut dapat terpengaruhi oleh alam, iklim ataupun aktivitas manusia. Longsor terjadi akibat ketidakseimbangan antara gaya yang

bekerja pada lereng lebih besar daripada gaya yang penahan yang ada di lereng tersebut.

Longsor dapat ditanggulangi dengan dua cara yaitu dengan memperkecil momen longsor dan memperbesar momen penahan longsor.

Pemilihan lokasi SDN Lio sebagai studi kasus pada penelitian ini dilatar belakangi oleh terjadinya longsor yang sering terjadi. Kondisi yang terjadi pada daerah ini dapat di analisis melalui perhitungan analisis kestabilan lereng dengan menggunakan metode fellenius untuk mencari faktor keamanan pada lereng tersebut dan merencanakan penanggulangan longsor dengan memperbesar momen penahan longsor yaitu dengan pemasangan dinding penahan tanah tipe gravitasi.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diambil rumusan masalah yaitu analisis kestabilan lereng pada tanah di SDN Lio untuk mendapatkan faktor keamanan dari lereng serta analisis kestabilan dinding penahan tanah tipe gravitasi.

3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. mengetahui faktor keamanan lereng pada tanah di lokasi,
2. merencanakan penanggulangan longsor dengan cara memasang dinding penahan tanah tipe gravitasi yang memperhitungkan kestabilannya.

STUDI PUSTAKA

1. Definisi lereng

Lereng adalah bidang miring yang menghubungkan permukaan tanah dengan elevasi berbeda-beda. Lereng dapat terbentuk secara alami maupun buatan manusia. Lereng terdiri dari lereng alam, lereng yang dibuat pada tanah asli dan lereng yang dibuat dari tanah yang dipadatkan.

Pada setiap lereng kemungkinan terjadi longsor selalu ada. Longsor terjadi akibat ketidakseimbangan antara gaya dorong pada lereng lebih besar dibandingkan dengan gaya penahan pada lereng tersebut. Secara teknik longsor terjadi apabila faktor keamanan lereng tidak memenuhi ($F_k < 1.5$).

2. Cara Menstabilkan Lereng

Penanggulangan longsor yang dilakukan dapat bersifat pencegahan pada daerah yang memiliki potensi longsor juga sebagai perbaikan pada daerah yang telah terjadi longsor namun belum runtuh total. Menurut Violetta (2014), pada prinsipnya terdapat dua cara untuk menstabilkan lereng, yaitu memperkecil gaya penggerak atau momen penyebab longsor dan memperbesar gaya penahan atau momen penahan longsor, diantaranya dengan cara; menggunakan *counter weight* yaitu tanah timbunan pada kaki lereng, mengurangi air pori, serta dengan cara mekanis

yaitu pemasangan tiang pancang atau dinding penahan tanah.

3. Analisis Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas pada permukaan tanah yang miring disebut analisis stabilitas lereng. Analisis stabilitas lereng dilakukan untuk menentukan faktor keamanan dari lereng alam, galian dan urugan tanah. (Hardiyatmo, 2003). Kestabilan suatu lereng dinyatakan dengan faktor keamanan. Faktor keamanan adalah perbandingan antara gaya penahan dan gaya penggerak pada lereng (Hariyadi dan Wahyudhi, 2016). Di bawah ini merupakan persamaan faktor keamanan lereng :

$$F = \frac{\tau}{\tau_d}$$

Keterangan :

F = faktor keamanan

τ = tahanan geser maksimum tanah

τ_d = tegangan geser yang terjadi akibat gaya berat tanah yang akan longsor

Tabel 2.1 Nilai Faktor Keamanan Lereng

Nilai Faktor Keamanan	Kejadian Intensitas Longsor
$F < 1,07$	Longsor sering terjadi (tidak stabil)
$1,07 < F < 1,25$	Longsor pernah terjadi (kritis)
$F > 1,25$	Longsor jarang terjadi (stabil)

(Bowles, 1989)

4. Metode Fellenius

Analisis stabilitas lereng menggunakan metode fellenius (1927) menganggap gaya-gaya yang bekerja pada sisi kanan-kiri dari sembarang irisan mempunyai resultan nol pada arah tegak lurus bidang longsor.

Faktor aman didefinisikan sebagai,

$$F = \frac{\sum M_r}{\sum M_d}$$

persamaan untuk faktor aman menjadi,

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (ca_i + W_i \cos \theta_i \tan \varphi)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \theta_i}$$

Bila terdapat air pada lereng, tekanan air pori pada bidang longsor tidak menambah momen akibat tanah yang akan longsor (M_d), karena resultan gaya akibat tekanan air pori lewat titik pusat lingkaran.

$$F = \frac{\sum Ca_i + (W_i \cos \theta_i - u_i a_i) \tan \varphi}{\sum W_i \sin \theta_i}$$

keterangan :

F = faktor aman

c = kohesi (kN/m^2)

φ = sudut gesek dalam tanah ($^\circ$)

a_i = panjang lengkung lingkaran pada irisan ke-i (m)

W_i = berat irisan tanah ke-i (kN)

u_i = tekanan air pori pada irisan ke-i (kN/m^2)

θ_i = sudut dari pusat irisan ke titik berat ($^\circ$)

5. Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu bangunan sipil yang dibangun untuk menahan tanah yang mempunyai kemiringan atau lereng yang kestabilan tanahnya tidak dapat dijamin oleh tanah itu sendiri, serta untuk mendapatkan bidang yang tegak. Kestabilan dinding penahan tanah diperoleh dari berat struktur itu sendiri dan berat tanah yang berada diatas pelat pondasi.

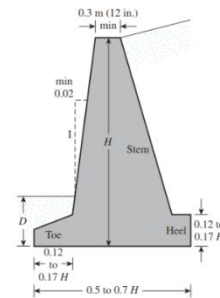
Dalam penggunaannya di lapangan ada beberapa jenis dinding penahan tanah yang dapat digunakan sesuai dengan kondisi dan kebutuhan setiap lereng. Salah satunya dinding penahan tanah tipe gravitasi (*Gravity wall*), Dinding penahan tanah tipe gravitasi adalah dinding penahan tanah yang umum digunakan pada lereng yang memiliki ketinggian yang lebih pendek. Material dari dinding penahan tanah tipe gravitasi ini menggunakan pasangan batu atau beton tidak bertulang.. Kekuatan untuk menstabilkan lereng yang ada dibelakang dinding penahan tanah ini mengandalkan beratnya sendiri agar tahan terhadap tekanan tanah. Secara umum dinding penahan tanah tipe gravitasi digunakan pada lereng yang memiliki ketinggian kurang dari 6m.

6. Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Jenis atau tipe dinding penahan tanah yang akan digunakan untuk perbandingan penelitian ini yaitu dinding penahan tanah tipe gravitasi. Perencanaan dinding penahan tanah ini digunakan untuk menganalisa stabilitas dari setiap struktur. Bentuk dan ukuran bagian dari dinding penahan tanah tipe gravitasi dibawah kondisi normal, sebagai berikut :

- Lebar pelat lantai (B) dengan ukuran 0,5 - 0,7H
- Lebar puncak dengan ukuran $\geq 0,3 - H/12$
- Tebal kaki dan tumit dengan ukuran $H/8 - H/6$

- Lebar kaki dan tumit dengan ukuran (0,5 - 1) d



Gambar 2.1 Proporsi Desain Dinding Gravitasi
(Sumber : *Principles of Foundation Engineering*, Braja M. Das, 8th Edition, 2014)

7. Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah lateral adalah gaya yang ditimbulkan akibat dorongan tanah di belakang struktur penahan tanah. Besarnya tekanan lateral sangat dipengaruhi oleh perubahan letak (*displacement*) dari dinding penahan dan sifat-sifat tanahnya.

Analisis tekanan tanah lateral ditinjau pada kondisi keseimbangan plastis, yaitu saat massa tanah pada kondisi tepat akan runtuh (Rankine, 1857). Besarnya tekanan tanah ditentukan oleh :

- Koefisien tekanan tanah aktif, pasif dan diam
- Kohesi tanah
- Beban yang bekerja pada permukaan tanah timbunan.

Teori yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan teori Coloumb (1776).

Persamaan Teori dari Coloumb (1776) tentang koefisien tekanan tanah aktif dan pasif, sebagai berikut :

$$K_a = \frac{\sin^2(\alpha + \varnothing)}{\sin^2\alpha \sin(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\varnothing + \delta)\sin(\varnothing - \beta)}{\sin(\alpha - \delta)\sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_p = \frac{\sin^2(\alpha - \varnothing)}{\sin^2\alpha \sin(\alpha + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\varnothing + \delta)\sin(\varnothing + \beta)}{\sin(\alpha + \delta)\sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

keterangan :

K_a = koefisien tekanan tanah aktif

K_p = koefisien tekanan tanah pasif

β = sudut kemiringan tanah timbunan

α = sudut kemiringan lereng

\varnothing = sudut geser dalam tanah

8. Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Tekanan tanah dan gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah dapat mempengaruhi stabilitas dinding penahan tanah. Penggunaan bahan dalam konstruksi dinding penahan tanah memberikan perkuatan pada massa tanah, memperbesar timbunan di belakang dinding penahan tanah. Perkuatan juga mengurangi potensi gaya lateral yang dapat menimbulkan perpindahan kearah horizontal dari dinding penahan tanah akibat adanya beban vertikal yang dipindahkan menjadi tekanan tanah aktif (Suryolelono, 1994). Adapun analisis yang diperlukan untuk konstruksi dinding penahan tanah, antara lain :

a. Faktor Keamanan Guling

Faktor aman terhadap penggulingan (F_{gl}) didefinisikan sebagai (Bowles 1989) :

$$F_{gl} = \frac{\sum Mw}{\sum Mgl} \geq 1,5$$

$$\sum Mw = W$$

$$\sum M_{gl} = \sum Pah h_1 + \sum Pav B$$

keterangan :

$\sum Mw$ = momen yang melawan penggulingan (kN.m)

$\sum Mgl$ = momen yang mengakibatkan penggulingan (kN.m)

W = jumlah berat dinding dan berat tanah di atas pondasi (kN)

B = lebar kaki dinding penahan (m)

$\sum Pah$ = jumlah gaya-gaya horizontal (kN)

$\sum Pav$ = jumlah gaya-gaya vertikal (kN)

b. Faktor Keamanan Terhadap Geser

Gaya-gaya yang menggeser dinding penahan tanah akan ditahan oleh gesekan antara tanah dan dasar pondasi, tekanan tanah pasif bila di depan dinding penahan tanah timbunan. Untuk mengetahui keamanan terhadap geser (F_{gs}) dapat dihitung menggunakan persamaan Bowles (1989) dibawah ini :

$$F_{gs} = \frac{W \tan \phi + c B}{\sum Ph} \geq 1,5$$

keterangan :

F_{gs} = faktor keamanan

W = berat dinding penahan tanah dan tanah dibelakang dinding penahan tanah (kN)

c = kohesi antara tanah dengan dasar dinding penahan tanah (kN/m²)

B = lebar dinding penahan tanah (m)

$\sum Ph$ = gaya tekanan tanah aktif / horizontal (kN)

$\tan \phi$ = faktor geser antara tanah dan dinding penahan tanah

c. Faktor Keamanan Daya Dukung Tanah

Tekanan yang disebabkan oleh gaya yang terjadi pada dinding penahan tanah harus lebih kecil dari daya dukung ijin tanah, untuk menghitung besarnya daya dukung tanah dapat menggunakan persamaan Terzhagi :

$$q_{ult} = cNc + \gamma D_f Nq + \frac{1}{2} B \gamma N\gamma$$

keterangan :

q_{ult} = daya dukung tanah (t/m²)

e = eksentrisitas (m)

c = kohesi (t/m²)

γ = berat isi tanah (kN/m³)

D_f = kedalaman pondasi (m)

B = lebar dasar (m)

ϕ = sudut geser tanah (°)

$Nc, Nq, N\gamma$ = faktor daya dukung

Nilai-nilai dari N_c, N_q, N_γ dalam bentuk grafik yang diberikan Terzhagi dapat dilihat pada Tabel 2.1. Stabilitas kapasitas dukung tanah dapat dihitung dengan :

$$x_e = \left(\frac{\sum M_w - \sum M_{gl}}{\sum W} \right)$$

$$e = \frac{B}{2} - x_e$$

$$B' = B - 2e$$

keterangan :

$\sum M_w$ = momen yang melawan penggulingan (kN.m)

$\sum M_{gl}$ = momen yang mengakibatkan penggulingan (kN.m)

$\sum W$ = total berat tanah di atas pelat pondasi dan berat sendiri dinding penahan (kN)

e = eksentrisitas beban (m)

B = lebar dasar pondasi (m)

B' = lebar efektif (m)

Tekanan pondasi ke tanah terbagi rata maka dapat dihitung :

$$q' = \frac{V}{B'}$$

keterangan :

q' = tekanan akibat beban struktur (kN/m²)
 V = beban vertikal total (kN)
 B' = lebar efektif (m)

Faktor keamanan terhadap kapasitas daya dukung tanah dapat dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$F = \frac{qu}{q} \geq 3$$

keterangan :

qu = kapasitas dukung ultimit (kN/m²)

q = tekanan akibat beban struktur (kN/m²)

Nilai tekanan dari struktur dinding penahan ke tanah dihitung dengan rumus, sebagai berikut :

$$\sigma_{max.min} = \frac{\sum V}{B} \left(1 \pm \frac{6 \times e}{B} \right) \leq q_{ult}$$

Tabel 2.1 Nilai-nilai faktor kapasitas dukung tanah Terzaghi

ϕ (°)	Keruntuhan Geser Umum			Keruntuhan Geser Lokal		
	N_c	N_q	N_γ	N_c	N_q	N_γ
0	5,7	1,0	0,0	5,7	1,0	00,0
5	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50	347,6	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

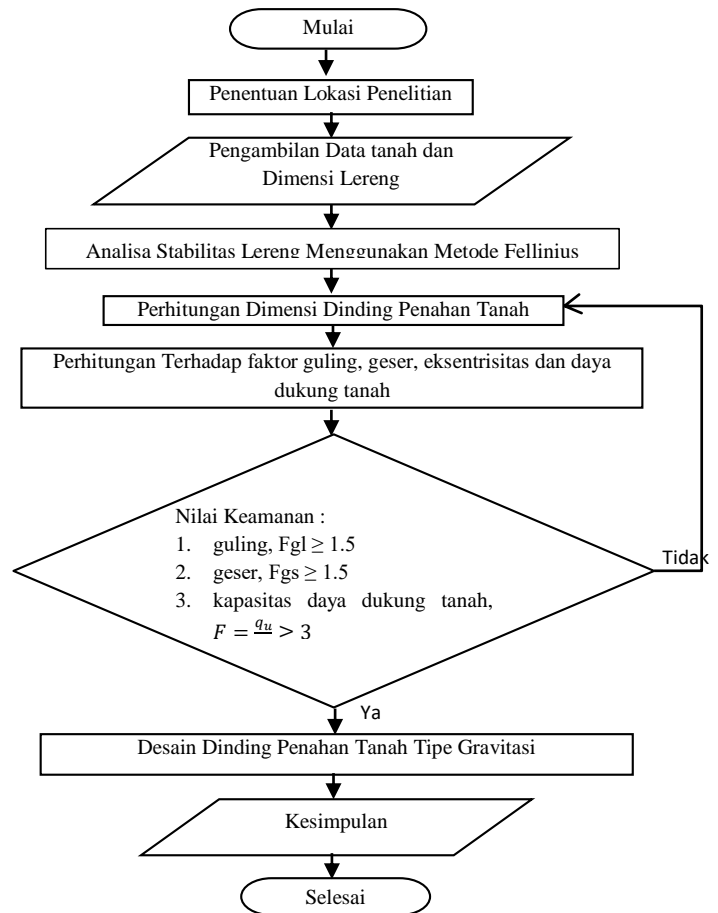
(Hary Christady Hardiyatmo, 2007)

METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di sebuah sekolah yang letaknya berada di bawah lereng rawan longsor, tepatnya di Jalan Tegal Panjang SDN Lio Kecamatan Cireunghas

2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1.1 diagram alir penelitian

3. Pengambilan Data

Pada penelitian ini data yang digunakan yaitu data primer yang diperoleh langsung dari lokasi penelitian diantaranya dimensi lereng, data sondir dan sampel tanah tak terganggu.

4. Metode Analisis

- Menghitung faktor keamanan lereng menggunakan metode fellenius
- Menentukan dimensi dinding penahan tanah tipe gravitasi
- Menghitung tekanan tanah lateral
- Menghitung berat sendiri DPT dan momen yang bekerja
- Menghitung stabilitas dinding penahan tanah

HASIL DAN PEMBAHASAN

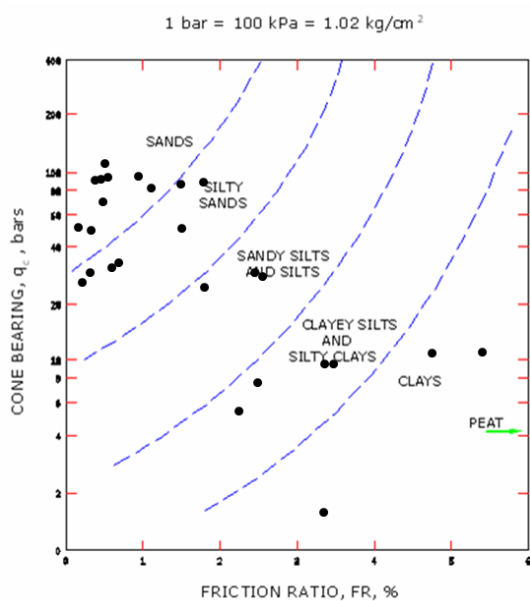
1. Analisis Data

Interpretasi CPT dan SBT

Setelah melakukan pengambilan data penelitian di SDN Lio Kecamatan Cireunghas adapun data yang didapat adalah hasil sondir

	0-10	11-30	31-50	>50
Berat Isi γ	12-16	14-18	16-20	18-23
Sudut gesek ϕ	25-32	28-36	30-40	>35
Kedadaan	Lepas	Sedang	Padat	Sangat Padat

dan dimensi lereng. Berdasarkan hasil sondir (*Cone Penetration Test*) yang telah didapat berupa tabel q_c dan R_f , kemudian diinterpretasikan per kedalaman 20 cm dengan grafik *Soil Behavior Type* (SBT) Menurut Robertson dan Campanella (1983). Berikut ini adalah hasil interpretasi data CPT dan grafik SBT :



Gambar 4.1 Interpretasi CPT dan SBT

Berdasarkan gambar di atas, lapisan tanah pada kedalaman penetrasi CPT berada pada zona tanah no. 2, 3, 4, 5 dan 6. Maka jenis tanah hasil korelasi CPT dan SBT adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Interpretasi data CPT dan SBT

Zona Tanah	Soil Behavior Type (SBT)
2	Clays
3	clayey silts and silts
4	Sandy silts and silts
5	Silty sands
6	Sands

2. Korelasi N-SPT

Kolerasi N-SPT diperlukan untuk mendapatkan parameter dari setiap jenis tanah, karena hasil interpretasi grafik zona tanah hanya menentukan jenis-jenis tanah. Berikut ini adalah hasil kolerasi N-SPT.

Tabel 4.2 Korelasi N-SPT

Sumber : Joseph E. Bowles 1989

Tabel 4.3 korelasi macam tanah (bahan) dan sudut geser dalam ϕ

Bahan	ϕ
Kerikil kepasiran	35° - 40°
Isian batu (Rock fill)	35 - 40
Pasir padat	35 - 40
Pasir lepas	60
Lempung kelanauan	25 - 30
Lempung plastis rendah	25
Lempung plastis tinggi	20
Nilai c' sebaiknya dianggap nol	
Bahan	6
Beton	20°
Tembok	20°
Tiang besi	15°

Sumber : Wesley, L.D., 1997

Tabel 4.4 Perhitungan Mencari N SPT dan Kohesi

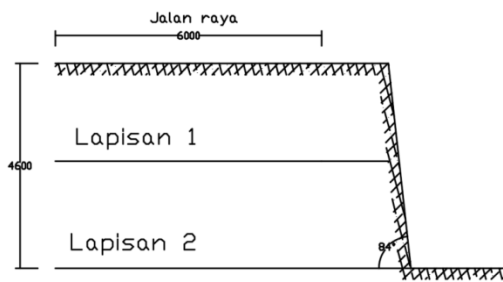
Data Dari	Parameter
Sondir (q_c)	$c = q_c/20$
SPT (N)	$c = 0,10.N$
Sondir (q_c)	$N = qc \times \frac{1}{3}$

Sumber : Ir. Sunggono kh. 2017

Berdasarkan interpretasi data CPT dan SBT tanah dibagi menjadi 2 lapisan jenis tanah yaitu *clayey silts and silts* dan *sandy silts and silts*. Hasil korelasi N-SPT terhadap parameter tanah yaitu *clayey silts and silts* dengan keadaan lepas dan *sandy silts and silts* dengan sedang.

3. Data Lereng dan Parameter Tanah Eksisting

Berdasarkan data yang telah didapat, lalu dilakukan korelasi antara data hasil sondir untuk mendapatkan parameter tanah. Berikut data parameter tanah yang akan digunakan dalam analisis perencanaan dinding penahan tanah di SDN Lio, Kecamatan Cireunghas, Kabupaten Sukabumi :



Gambar 4.2 Potongan melintang jalan dan lereng

Lapisan 1 (0 m – 2.2 m)

1. Tinggi lereng (H)= 4.6 meter
2. Kemiringan lereng= 84^0
3. Berat Jenis Tanah (γ)= 1.3 t/m^3
4. Kohesi (c)= 1.5 t/m^2
5. Sudut gesek (ϕ) = 26^0
6. Sudut geser (φ) = 25^0

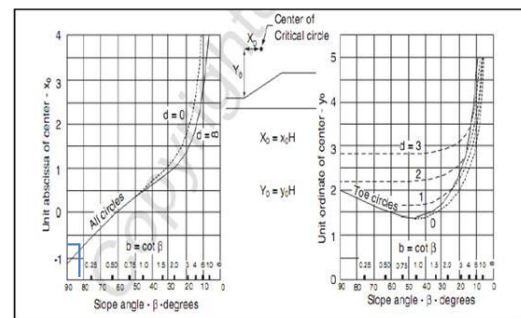
Lapisan 2 (2.2 m – 6.0 m)

1. Tinggi lereng (H)= 4.6 meter
2. Kemiringan lereng= 84^0
3. Berat Jenis Tanah (γ)= 1.6 t/m^3
4. Kohesi (c)= 2.5 t/m^2
5. Sudut gesek (ϕ) = 30^0
6. Sudut geser (φ) = 35^0

4. Analisis Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellenius

Berdasarkan data-data yang telah didapat dari lokasi penelitian maka, lereng tersebut dapat dihitung analisis stabilitas lerengnya. Berikut merupakan cara analisis berdasarkan metode irisan Fellinius:

Penentuan nilai (X_0, Y_0), diambil dari diagram Janbu, yaitu:



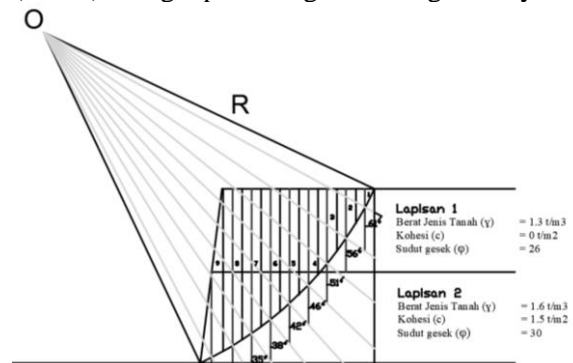
Gambar 4.3 Penentuan X_0 dan Y_0 berdasarkan diagram Janbu

Berdasarkan gambar di atas, maka nilai (X_0, Y_0), yaitu:

$$\begin{aligned} X_0 &= x_0 \cdot H \\ &= -0.9 \times 4.60 \\ &= -4.14 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_0 &= y_0 \cdot H \\ &= 1.9 \times 4.60 \\ &= 8.74 \end{aligned}$$

Jadi, (X_0, Y_0) adalah (-4,14, 8.74). Berikut merupakan gambar potongan pembagian irisan longsor dan sudut α dengan berdasarkan (X_0, Y_0) sebagai pusat lingkaran longsorannya:



Gambar 4.4 Irisan lereng metode fellinius

a. Tanpa Pengaruh Muka Air Tanah

Tabel 4.4 Perhitungan analisis metode fellinius tanpa pengaruh muka air tanah.

No Irisan	γ_1 (t/m^3)	γ_2 (t/m^3)	Tinggi Irisan (m)	Lebar Irisan (m)	W_i (t/m)	θ_i	$W_i \cdot \cos \theta_i$	$W_i \cdot \sin \theta_i$
1	1.3	1.6	0.92	0.50	0.30	61	0.14	0.26
2			1.31	0.50	0.85	56	0.48	0.71
3			1.98	0.50	1.29	51	0.81	1.00
4			2.20	0.50	1.70	46	1.18	1.22
			0.34	0.50				
5			2.20	0.50	2.09	42	1.56	1.40
			0.83	0.50				
6			2.20	0.50	2.43	38	1.91	1.50
			1.25	0.50				
7			2.20	0.50	2.73	35	2.23	1.56
			1.62	0.50				

8	0.89	0.50	2.13	31	1.82	1.10
	1.94	0.50				
9	0.57	0.60	2.60	27	2.32	1.18
	2.25	0.60				
Jumlah			16.12		12.46	9.93

Nilai faktor keamanan :

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (ca_i + W_i \cos \theta_i \times \tan \varphi)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \theta_i}$$

$$F = \frac{0.94}{9.93} = 0.93 < 1 \text{ tidak stabil}$$

Berdasarkan nilai faktor keamanan lereng dan intensitas longsor tanpa pengaruh muka air tanah, dengan nilai F = 0.93, maka di SDN Lio, longsor sering terjadi (**lereng tidak stabil**).

b. Pengaruh Muka Air Tanah

Tabel 4.5 Perhitungan analisis metode fellinius dengan pengaruh muka air tanah.

No Irisan	γ_1 (t/m ³)	γ_2 (t/m ³)	Tinggi Irisan (m)	Lebar Irisan (m)	W _i (t/m)	θ_i	W _i .Co s θ_i	W _i .Sin θ_i	U _i =u _i a _i	W _i .Cos θ_{i-U_i}
1	1.3	1.6	0.92	0.50	0.30	61	0.14	0.26	0	0.14
2			1.31	0.50	0.85	56	0.48	0.71	0	0.48
3			1.98	0.50	1.29	51	0.81	1.00	0	0.81
4			2.20	0.50	1.70	46	1.18	1.22	0.23	0.95
			0.34	0.50						
5			2.20	0.50	2.09	42	1.56	1.40	0.56	1.00
			0.83	0.50						
6			2.20	0.50	2.43	38	1.91	1.50	0.84	1.08
			1.25	0.50						
7			2.20	0.50	2.73	35	2.23	1.56	1.09	1.15
			1.62	0.50						
8			0.89	0.50	2.13	31	1.82	1.10	1.30	0.52
			1.94	0.50						
9			0.57	0.60	2.60	27	2.32	1.18	0.77	1.56
			2.25	0.60						
Jumlah					16.12		12.46	9.93	4.77	7.69

Nilai faktor keamanan :

$$F = \frac{\sum Ca_1 + (W_i \cos \theta_i - u_i a_i) \tan \varphi}{\sum W_i \sin \theta_i}$$

$$= \frac{2.89 + 4.10}{9.93}$$

$$= 0.70 < 1 \text{ tidak aman}$$

Berdasarkan nilai faktor keamanan lereng dan intensitas longsor dengan pengaruh muka air tanah, dengan nilai F = 0.70, maka di SDN Lio, longsor sering terjadi (**lereng tidak stabil**)

5. Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi

Stabilitas dinding penahan tanah tipe gravitasi terdiri dari stabilitas terhadap guling,

geser, faktor eksentrisitas dan kapasitas daya dukung. Perhitungan ini diperlukan agar mengetahui keamanan dari desain yang telah dibuat.

Tabel 4.6 Momen akibat beban struktur dan tanah

Bangu n	B (m)	H (m)	W (t/m)	L (m)	M (t)
W _{C1}	0.8	4.6	4.05	1.33	5.40
W _{C2}	0.4	4.6	4.05	1.8	7.29
W _{C3}	2.6	0.6	3.43	1.3	4.46
W _{S1}	0.6	2.2	1.72	2.3	3.95
W _{S2}	0.6	3	2.34	2.3	5.38

Total	Σ	15.5	ΣM	26.4
	W	8	w	7

Tabel 4.7 Momen akibat tanah aktif

Koefisien tekanan tanah aktif (K_{a1})		0.36		
Koefisien tekanan tanah aktif (K_{a2})		0.25		
No	Luas (t/m^2)	Pa (t/m)	L (m)	M (t)
1	1.03	1.14	3.73	4.25
2	0.71	2.12	1.5	3.17
3	1.18	1.78	1	1.78
4	1.5	4.50	1.5	6.75
5	0.74	1.11	1	1.11
Total	ΣPa	1.64	ΣMa	3.56

Hasil perhitungan stabilitas dinding terhadap guling dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 Hasil perhitungan stabilitas terhadap guling

Momen akibat tanah aktif	
Tekanan Tanah (Pa)	1.64 t/m
Jumlah Gaya Horizontal (Ph)	3.12 t/m
Momen Guling (ΣM_{gl})	6.76 t
Momen Struktur (ΣM_w)	26.47 t
Faktor Keamanan	3.91
$F_{gl} \geq 1.5$	aman

Perhitungan stabilitas terhadap geser dilakukan dengan menghitung gaya geser akibat tanah aktif, tahanan tanah pasif maupun tahanan struktur. Hasil analisis stabilitas terhadap geser dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4.9 Hasil perhitungan stabilitas terhadap geser

Berat Struktur (W)	15.58 t/m
Kohesi (c)	1.5 t/m^2
Lebar dinding (B)	2.6 m
Jumlah gaya horizontal (Ph)	3.12 t/m
Fgs	4.78
$F_{gs} \geq 1.5$	aman

Pengecekan terhadap kapasitas daya dukung tanah diperlukan untuk mengetahui bahaya keruntuhan tanah akibat tidak dapat menahan beban struktur di atasnya. Hasil perhitungan kapasitas daya dukung tanah dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil perhitungan kapasitas

daya dukung tanah		
Kapasitas Daya Dukung Tanah		
Tekanan akibat beban struktur (q)	6.21	t/m^2
Daya dukung ultimit (q_{ult})	48.32	t/m^2
Faktor Keamanan (Fk)	7.78	
$Fk \geq 3$	aman	

PEMBAHASAN

Dari hasil analisis perencanaan dinding penahan tanah tipe gravitasi, maka dapat diketahui faktor keamanan lereng serta perencanaan dinding penahan tanah tipe gravitasi yang aman terhadap faktor geser, guling serta daya dukung tanah di lokasi yang ditinjau.

PENUTUP

1. Kesimpulan

- Berdasarkan hasil analisis kestabilan lereng di SDN Lio, Kecamatan Cireunghas dengan menggunakan Metode Fellenius dengan pengaruh muka air tanah didapatkan nilai 0.70 (tidak stabil) dan tanpa pengaruh muka air tanah didapatkan nilai keamanan 0.93 (tidak stabil).
- Hasil analisis stabilitas dinding penahan tanah tipe kantilever dengan ukuran lebar 2.6 m, tinggi 5.2 m, didapatkan nilai faktor guling, geser dan kapasitas daya dukung masing-masing sebesar 3.91, 4.78 dan 7.78

2. Saran

Pada pengembangan penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan dengan tipe dinding penahan tanah yang lainnya seperti dinding penahan tanah tipe kantilever dan tipe semi gravitasi, dengan meninjau faktor keamanan stabilitas dinding penahan tanah serta nilai ekonomis bangunan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, Christady. (2003), *Mekanika Tanah II Edisi 3*. Hal. 189-219, 359-371. Yogyakarta : Gadjah Mada Universitypress.
- M.Das, Braja. (2014). *Principles of Foundation Engineering Eight Edition*. Hal. 653. Boston,USA.
- Hadihardaja, Joetata. (1997). *Rekayasa Pondasi I Konstruksi Penahan Tanah*. Hal. 55-77. Gunadarma.
- A.E. Turagan, Violetta G.M.P., O.B.A., Sompie. (2014) : *Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus :*

- Kawasan Citraland*), Jurnal Sipil Statik Vol.2 No.1 Hal. 39-40.
- Luriyanto, Apri, Iqbal Maulana, Sri Prabandiyani.R.W, Indrastrono Dwiatmanto. (2014) : *Analisis Stabilitas Lereng Dan Alternatif Penanganannya : Studi Kasus Longsoran Pada Ruas Jalan Pringsurat KM. MGL. 22+631-22+655 Kabupaten Tumanggung*, Jurnal Karya Teknik Sipil Vol. 3 No. 4 Hal. 863.
- Setiawan, Hendra. (2011) : *Perbandingan Penggunaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever dan Gravitasi dengan Variasi Ketinggian Lereng*, Infrastruktur Vol. 1 No.2 Hal.89-93.
- Nurrohman, Irvan, Niken S.S., Noegroho Djarwanti. (2017) : *Analisis Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi Pada Lereng di Desa Sumbersari, Tirtomoyo, Wonogiri*, e-jurnal Matriks Teknik Sipil. Hal.1141-1142.
- Asna Padagi, Edward. (2011) : *Korelasi Nilai N-SPT Terhadap Sifat-Sifat Fisik dan Mekanika Tanah*. Universitas Bandar Lampung.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008) : *Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-2827-2008. Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan Alat Sondir*. Bandung : Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2008) : *Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI-1965-2008. Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium*. Bandung : Badan Standarisasi Nasional.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016) : *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Jakarta. Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.