



Analysis of Slope Stability using The Simplified Bishop Method and Geometry of Retaining Walls in Palaran District, Samarinda City, East Kalimantan Province

Ilham Akbar Bunawan¹ , Tommy Trides¹, Harjuni Hasan¹, Revia Oktaviani¹, Albertus Juvensius Pontus¹

¹ jurusan Teknik Pertambangan Universitas Mulawarman Samarinda

 lhmakbarb@gmail.com

Received 10-01-2023; revision 24-01-2023, accepted 26-01-2023

Abstract

Landslide is one of the natural disasters that often occurs on natural and artificial slopes. This landslide occurs due to an imbalance of forces acting on the slope or the actuator in the slope area is greater than the resisting force on the slope. Handling needs to be done to avoid landslides, one of which is making a retaining wall. Based on the data obtained from the results of the tests and calculations that have been carried out, the value of the slope safety factor at the research location is 0.397. This value is the value of the unsafe factor of safety (Avalanche). So it is necessary to design a retaining wall with dimensions in between, namely for $H = 7$ m, $H_1 = 0.7$ m, $H_2 = 6.3$ m, $H_3 = 1.6$ m, $H_4 = 0.7$ m, $H_5 = 4.9$ m, $H_6 = 2.6$ m, $H_7 = 0.5$ m, $H_8 = 2.5$ m, $H_9 = 3.8$ m, and $D = 2.5$ m. And the results of calculating the stability of the retaining wall that has been designed are obtained for Stability Against Overturning, namely $4.37 > 1.5$ (Safe), Stability Against Shifting, namely $2.21 > 2$ (Safe), and Stability Against Soil Bearing Capacity, namely $4.14 > 3$ (Safe).

Keywords: Stable; Slope; Retaining Wall

Analisis Kestabilan Lereng Dengan Simplified Bishop Method dan Geometri Dinding Penahan Tanah di Kecamatan Palaran, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur

Abstrak

Longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi pada lereng-lereng alami maupun buatan. Longsor ini terjadi karena ketidakseimbangan gaya yang bekerja pada lereng atau penggerak di daerah lereng lebih besar daripada gaya penahan yang ada di lereng tersebut. Perlu dilakukan penanganan untuk menghindari terjadinya longsor salah satunya yaitu dibuat Dinding Penahan Tanah. Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai faktor keamanan lereng di lokasi penelitian yaitu 0.397. Nilai tersebut merupakan nilai faktor keamanan tidak aman (Longsor). Sehingga perlu rancangan desain dinding penahan tanah dengan dimensi diantaranya yaitu untuk $H = 7$ m, $H_1 = 0.7$ m, $H_2 = 6.3$ m, $H_3 = 1.6$ m, $H_4 = 0.7$ m, $H_5 = 4.9$ m, $H_6 = 2.6$ m, $H_7 = 0.5$ m, $H_8 = 2.5$ m, $H_9 = 3.8$ m, dan $D = 2.5$ m. Dan hasil perhitungan kestabilan dinding penahan tanah yang telah didesain didapatkan untuk Stabilitas Terhadap Guling yaitu $4.37 > 1.5$ (Aman), Stabilitas Terhadap Pergeseran yaitu $2.21 > 2$ (Aman), dan Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah yaitu $4.14 > 3$ (Aman).

Kata Kunci: Stabil; Lereng; Dinding Penahan Tanah

1. Pendahuluan

Stabilitas tanah pada lereng dapat terganggu akibat pengaruh alam, iklim dan aktivitas manusia. Longsor terjadi karena ketidakseimbangan gaya yang bekerja pada lereng atau penggerak di daerah lereng lebih besar daripada gaya penahan yang ada di lereng tersebut (Rajagukguk, A.E, & Monintja, 2014). Longsoran terjadi penambahan beban berupa bangunan baru dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kuat geser tanah (τ), sudut geser dalam (ϕ), dan tambahan beban oleh air yang masuk kedalam pori-pori tanah yang menggenangi di permukaan lereng sehingga menyebabkan terjadi longsoran (Pangemanan, A. E., & Sompie, 2014). Adapun tujuan penelitian ini dilakukan agar dapat mengetahui nilai Faktor keamanan lereng pada daerah longsoran penelitian tepatnya di Kecamatan Palaran, mengetahui bagaimana geometri dinding dan stabilitas dinding penahan tanah yang tepat di lokasi penelitian. Namun demikian, batasan masalah dalam penelitian ini, diantaranya adalah analisa kestabilan lereng dengan perhitungan faktor keamanan hanya menggunakan Software Rockscience Slide v.6.0 dengan metode Bishop Simplified sebagaimana dimaksud oleh (Pragustus, Mandagi, & A. E., 2019).

2. Metode

Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Rekayasa Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Kota Samarinda. Adapun lokasi pengambilan sampel tanah tepatnya di Jalan Stadion Utama, Kecamatan Palaran, Kota Samarinda. Adapun tahapan penelitian sebagai berikut :

1. Tahap pra lapangan yang kegiatannya meliputi studi literature, observasi lapangan, persiapan peralatan dan bahan uji laboratorium.
2. Tahap lapangan yang meliputi pengambilan sampel tanah dan pengambilan titik koordinat lokasi.
3. Tahap pasca lapangan meliputi kegiatan uji sifat fisik tanah, dan uji sifat mekanik tanah.
4. Tahap pengolahan data dengan bantuan *Microsoft excel*, dan *Software Rockscience Slide v.6.0*. Dalam tahap ini juga terdapat beberapa persamaan yang digunakan untuk menghitung stabilitas terhadap dinding penahan tanah diantaranya sebagai berikut:

- 1) Stabilitas terhadap Guling

Perhitungan stabilitas terhadap guling menggunakan persamaan yaitu :

$$F_{gl} = \frac{\sum M_w}{\sum M_g} \dots\dots\dots (2.1)$$

- 2) Stabilitas terhadap Pergeseran

Perhitungan stabilitas terhadap pergeseran menggunakan persamaan yaitu :

$$F_{gs} = \frac{\sum R_h}{\sum P_h} = \frac{(C \cdot B) + (\sum W \cdot \tan \phi)}{\sum P_a - \sum P_p} \dots\dots\dots (2.2)$$

- 3) Stabilitas terhadap Daya Dukung Tanah

Untuk menghitung stabilitas terhadap daya dukung tanah terlebih dahulu menentukan nilai- nilai faktor kapasitas dukung tanah menurut Terzaghi yang terdiri dari N_c , N_q , dan N_y yang dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1 Nilai- Nilai Faktor Kapasitas Dukung Tanah Terzaghi

ϕ (°)	Keruntuhan Geser Umum			Keruntuhan Geser Lokal		
	Nc	Nq	NY	Nc	Nq	NY
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	347,5	415,1	1153,2	81,3	65,6	87,1

Untuk menghitung stabilitas terhadap daya dukung tanah menggunakan persamaan yaitu :

$$Fdd = \frac{qult}{qmax} \dots\dots\dots (2.3)$$

Untuk menghitung nilai qult menggunakan persamaan yaitu :

$$qult = c . Nc + Df . \gamma . Nq + 0.5 . B . NY \dots\dots\dots (2.4)$$

Untuk menghitung nilai qmax menggunakan persamaan yaitu :

$$qmax = \frac{\Sigma W}{B} (1 + \frac{6 . e}{B}) \dots\dots\dots (2.5)$$

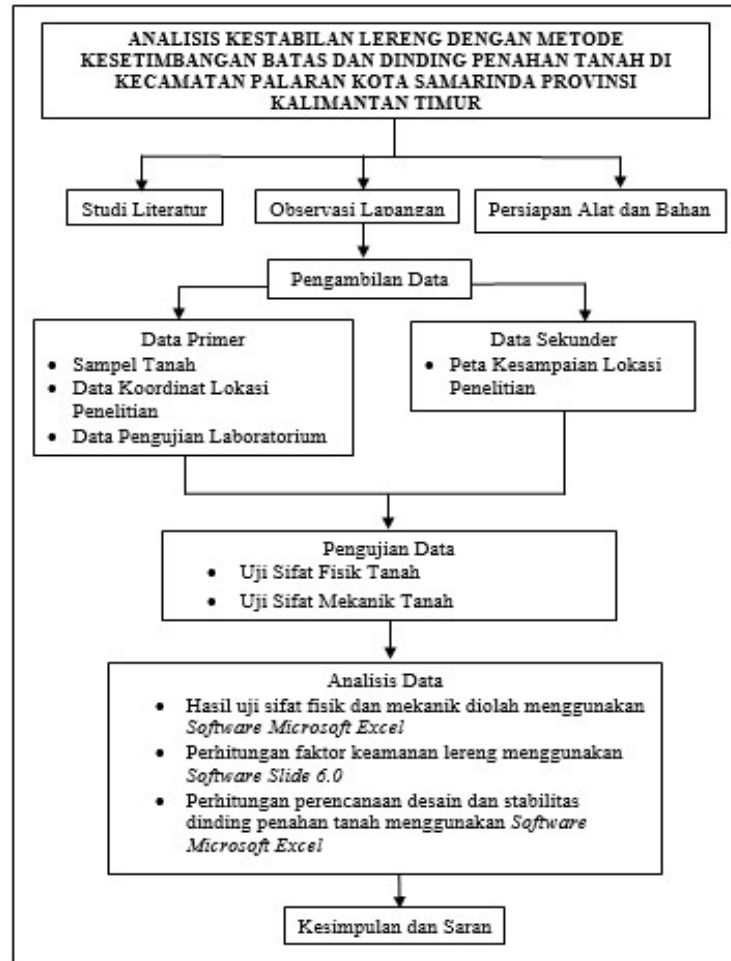
Untuk menghitung nilai xe dengan menggunakan persamaan yaitu :

$$xe = (\frac{\Sigma MW - \Sigma Mg}{\Sigma W}) \dots\dots\dots (2.6)$$

Untuk menghitung nilai eksentrisitas (e) dengan menggunakan persamaan yaitu:

$$e = \left(\frac{B}{2} - xe\right) \dots\dots\dots (2.7)$$

Adapun diagram alir kegiatan penelitian pada gambar 1 berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Faktor Keamanan Lereng

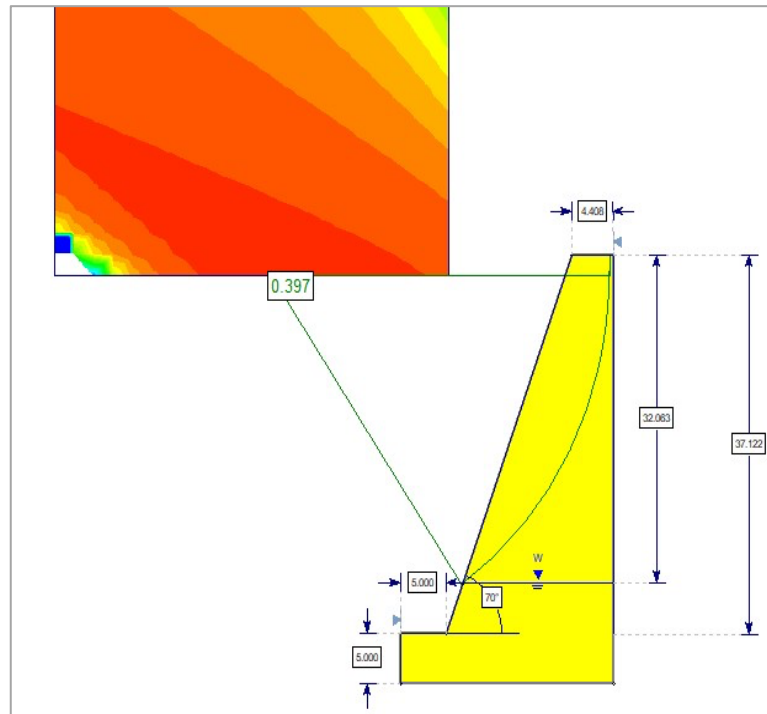
Dalam menganalisis kestabilan lereng perlu diketahui faktor keamanan lereng tersebut. Penelitian ini untuk mengetahui faktor keamanan lereng di lokasi penelitian yaitu menggunakan software berupa *Software Rockscience Slide v.6.0*. Untuk parameter yang diperlukan dalam penggunaan software tersebut yaitu bobot isi/berat isi tanah dapat dilihat pada tabel, kohesi tanah, dan sudut geser dalam yang didapatkan dari hasil pengujian di Laboratorium. Parameter tersebut diambil dari rata-rata setiap titik pada lokasi penelitian dan dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Data Berat Isi, Kohesi, dan Sudut Geser Dalam Tanah

Titik	Berat Isi (kN/m ³)	Kohesi (kN/m ²)	Sudut Geser Dalam (°)
Titik A	28.22	27.61	8.52

Titik B	28.63	16.37	22.76
Titik C	28.62	34.77	16.04
Rata-rata	28.49	26.25	15.78

Setelah parameter bobot isi, kohesi, dan sudut geser dalam dimasukkan dalam *Software Rockscience Slide v.6.0* kemudian dianalisis dengan menggunakan metode bishop disederhanakan sehingga dapat diketahui nilai faktor keamanan lereng lokasi penelitian pada ambar 2 sebagai berikut:

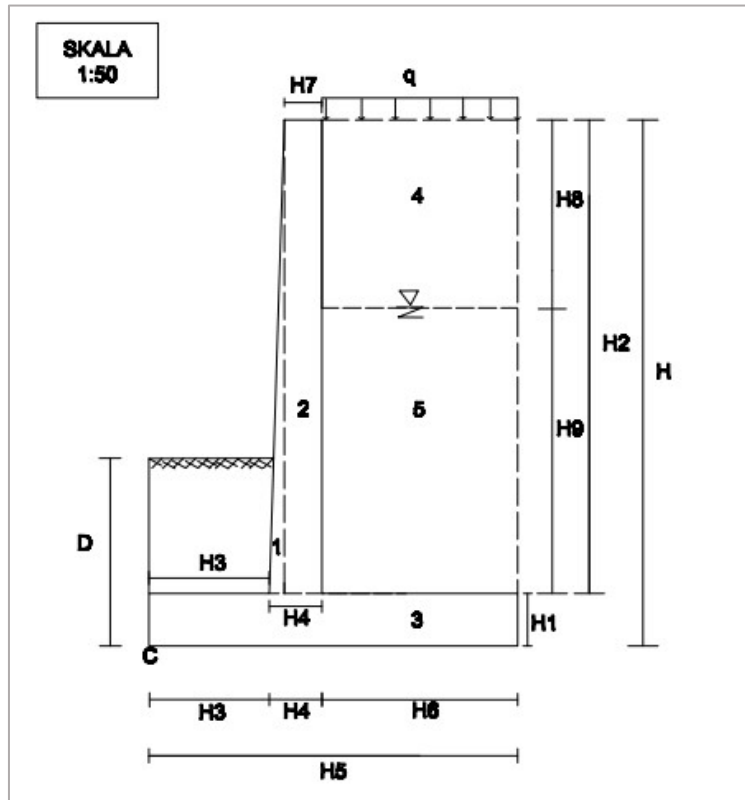


Gambar 2. Nilai Faktor Keamanan Lereng Lokasi Penelitian

Berdasarkan hasil analisis *Software Rockscience Slide v.6.0* didapatkan nilai faktor keamanan yaitu 0.397. Nilai tersebut merupakan nilai faktor keamanan tidak aman (**Longsor**). Dengan hasil nilai faktor keamanan tersebut maka perlu dibuat dinding penahan tanah agar dapat meminimalisir terjadinya longsor di lokasi penelitian.

3.2 Dinding Penahan Tanah

Rencana tipe dinding penahan tanah yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever. Dinding penahan tanah ini digunakan untuk menganalisa stabilitas dari setiap struktur. Ukuran bagian dari dinding penahan tanah tipe kantilever sebagai berikut yaitu $H = 7$ m, H_1 atau $D = H/10 = 0.7$ m, $H_2 = H - H_1 = 6.3$ m, $H_3 = B/3 = 1.6$ m, $H_4 = 0.1 \times H = 0.7$ m, $H_5 = B = 0.7 \times H = 4.9$ m, $H_6 = H_5 - (H_3 + H_4) = 2.6$ m, $H_7 = 0.5$ m, $H_8 = 2.5$ m, $H_9 = 3.8$ m, dan $D = 2.5$ m. Untuk gambar geometri dinding penahan tanah terdapat pada gambar 3 sebagai berikut :



Gambar 3. Geometri Dinding Penahan Tanah

3.3 Kestabilan Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah sebelum dianalisis kestabilannya terlebih dahulu dihitung berat dinding penahan tanah sehingga didapatkan hasil pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Berat Dinding Penahan Tanah

Bidang 1 (W1)	$\frac{1}{2} \cdot a \cdot t \cdot \gamma_{\text{beton}}$	15.12	kN/m
Bidang 2 (W2)	$p \cdot l \cdot \gamma_{\text{beton}}$	75.60	kN/m
Bidang 3 (W3)	$p \cdot l \cdot \gamma_{\text{beton}}$	82.32	kN/m
Bidang 4 (W4)	$p \cdot l \cdot \gamma_{\text{tanah}}$	182.81	kN/m
Bidang 5 (W5)	$p \cdot l \cdot (\gamma_{\text{tanah}} - \gamma_{\text{air}})$	182.19	kN/m
Akibat Beban Merata (W)	$q \cdot l$	25.67	kN/m

Kemudian dihitung jarak beban terhadap ujung Dinding Penahan Tanah (Titik C) didapatkan hasil pada tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4 Jarak Beban Terhadap Ujung Dinding Penahan Tanah (Titik C)

X1 =	$(\frac{2}{3} \cdot H4 - H7) + H3$	1.77	M
X2 =	$(\frac{1}{2} \cdot H7) + 0.2 + H3$	2.08	M
X3 =	$(\frac{1}{2} \cdot H5)$	2.45	M
X4 =	$(\frac{1}{2} \cdot H6) + H4 + H3$	3.62	M
X5 =	$(\frac{1}{2} \cdot H6) + H4 + H3$	3.62	m
Xq =	$(\frac{1}{2} \cdot H6) + H4 + H3$	3.62	m

Setelah didapatkan berat dinding penahan tanah dan jarak beban terhadap ujung dinding penahan tanah kemudian dihitung momen terhadap ujung Dinding Penahan Tanah (Titik C) didapatkan hasil pada tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5 Momen Terhadap Ujung Dinding Penahan Tanah (Titik C)

No.	Berat (W) Kn	Jarak (X) m	Momen (M) kN.m
1	15.12	1.77	26.71
2	75.60	2.08	157.50
3	82.32	2.45	201.68
4	182.81	3.62	661.17
5	182.19	3.62	658.93
6	25.67	3.62	92.83
$\Sigma W \Rightarrow$	563.71		1798.82 $\leq \Sigma M_w$

Selanjutnya dihitung tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif yang digunakan untuk menentukan stabilitas pada dinding penahan tanah sebagai berikut:

1. Menghitung Nilai Koefisien Tekanan Tanah Aktif (K_a) sehingga didapatkan nilai $k_a = 0.57$.
2. Menghitung Nilai Tegangan Vertikal Efektif (σ_v') sehingga didapatkan hasil pada tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 6 Perhitungan Tegangan Vertikal Efektif

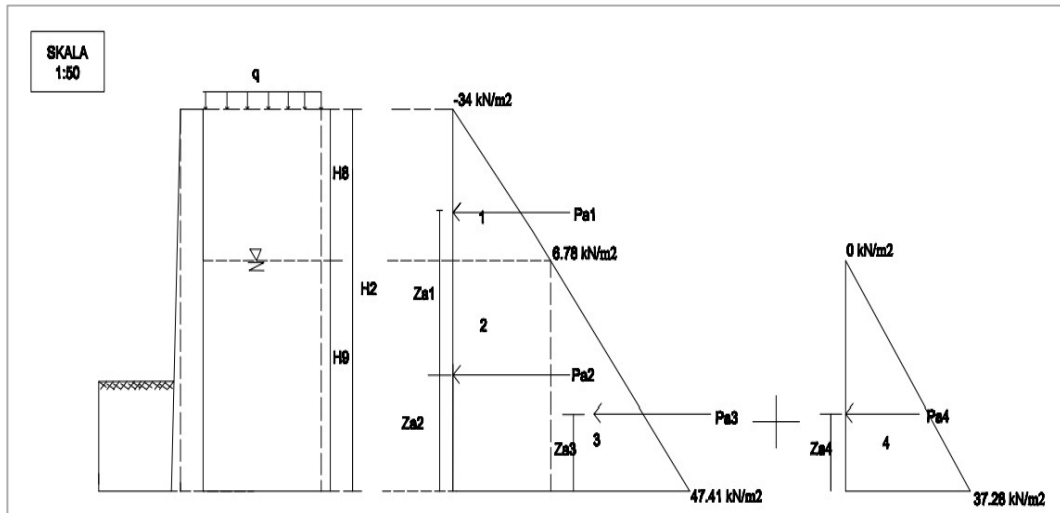
z (m)	$\sigma_v' = \gamma \cdot z$	Satuan
0	10	kN/m ²
2	81.23	kN/m ²
6.3	152.21	kN/m ²

3. Setelah itu menghitung tegangan aktif efektif sehingga didapatkan hasil pada tabel 7 sebagai berikut :

Tabel 7 Perhitungan Tegangan Aktif Efektif

Z (m)	σ_a' (kN/m ²)	u (Tekanan air tanah) (kN/m ²)
0	-34.00	0
2.5	6.78	0
6.3	47.41	37.28

4. Kemudian menggambar Diagram Distribusi Tekanan Tanah Aktif yang terdapat di gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram Distribusi Tekanan Tanah Aktif

- Setelah itu, menghitung Nilai Tekanan Tanah Aktif (P_a) dan Momen Tanah Aktif (M_a) didapatkan hasil pada tabel 8 sebagai berikut:

Tabel 8 Perhitungan Tekanan Tanah Aktif (P_a) dan Momen Tanah Aktif (M_a)

No.	Tekanan Tanah Aktif (kN)	Jarak (Z_a) (m)	Momen (kN.m)
Pa1	34.03	4.63	157.65
Pa2	103.44	1.9	196.53
Pa3	77.20	1.27	97.78
Pa4	70.83	1.27	89.72
ΣP_a	285.49		541.68 = ΣM_a

- Menghitung Nilai Koefisien Tekanan Tanah Pasif (K_p) sehingga didapatkan nilai $K_p = 1.75$.
- Menghitung Nilai Tegangan Vertikal Efektif (σ_v') sehingga didapatkan hasil pada tabel 9 sebagai berikut:

Tabel 9 Perhitungan Tegangan Vertikal Efektif

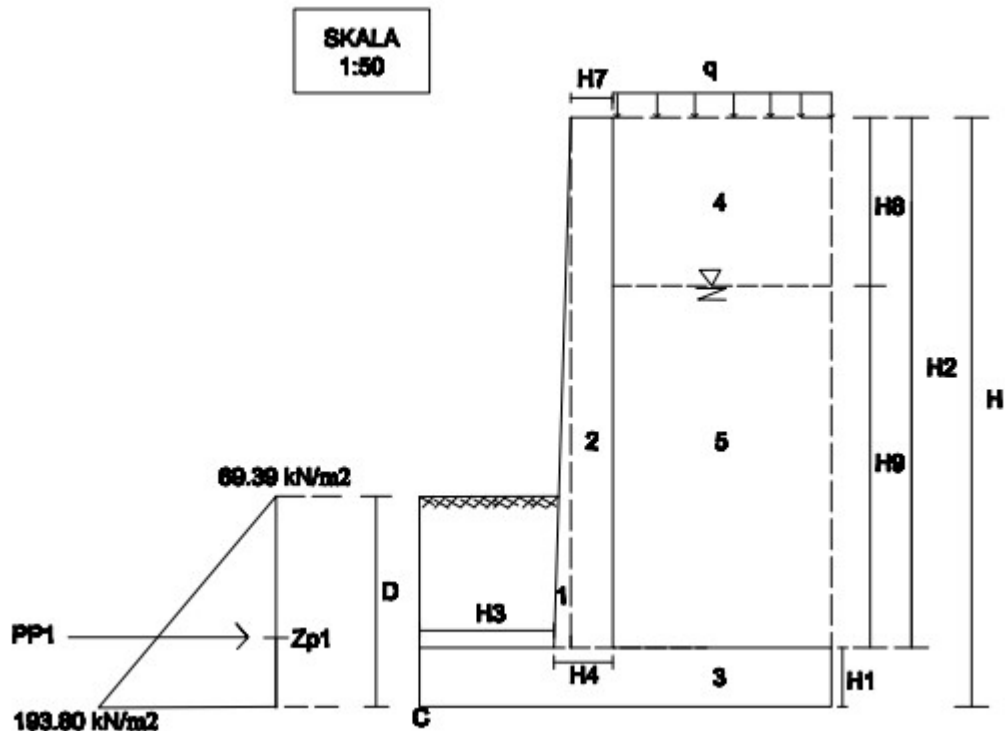
z (m)	σ_v'	Satuan
0	0	kN/m ²
2.5	71.23	kN/m ²

- Menghitung Nilai Tegangan Pasif Efektif (σ_p') sehingga didapatkan hasil pada tabel 10 sebagai berikut:

Tabel 10 Perhitungan Tegangan Pasif Efektif

z (m)	σ_p'	Satuan
0	69.39	kN/m ²
2.5	193.80	kN/m ²

- Menggambar Diagram Distribusi Tekanan Tanah Pasif terdapat pada gambar 5 sebagai berikut:



Gambar 5 Diagram Distribusi Tekanan Tanah Pasif

10. Menghitung Nilai Tekanan Tanah Pasif (P_p) dan Momen Tanah Pasif (M_p) didapatkan hasil pada tabel 11 sebagai berikut:

Tabel 11 Perhitungan Tekanan Tanah Pasif (P_p) dan Momen Tanah Pasif (M_p)

No.	Tekanan Tanah Pasif (kN)	Jarak (Z_p) (m)	Momen (kN.m)
1	155.52	0.83	129.60
$\Sigma P_p \Rightarrow$	155.52		129.60 $\leq \Sigma M_p$

3.4 Stabilitas Terhadap Guling

Perhitungan stabilitas terhadap guling menggunakan persamaan 2.1. Untuk nilai ΣM_w yaitu 1798.82 kN.m dan untuk nilai ΣM_g yaitu 412.08 kN.m sehingga didapatkan Faktor Keamanan Terhadap Guling yaitu $4.37 > 2$. Nilai tersebut merupakan **Aman** terhadap Guling.

3.5 Stabilitas Terhadap Pergeseran

Perhitungan stabilitas terhadap pergeseran menggunakan persamaan 2.2. Untuk nilai ΣR_h yaitu 287.88 kN. Untuk nilai ΣP_h yaitu 129.97 kN. Sehingga didapatkan nilai Faktor Keamanan Terhadap Pergeseran (F_{gs}) yaitu $2.21 > 1.5$. Nilai tersebut merupakan **Aman** terhadap Pergeseran.

3.6 Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah

Untuk Menghitung stabilitas terhadap daya dukung tanah dengan menggunakan persamaan 2.3. Namun, terlebih dahulu menentukan nilai- nilai faktor kapasitas dukung tanah menurut Terzaghi yang terdiri dari N_c , N_q , dan N_y dengan menggunakan tabel 1. Jadi, dengan nilai sudut geser dalam yaitu 15.78° , didapatkan nilai $N_c = 10.03$, $N_q = 2.88$, dan $N_y = 1.02$. Setelah itu, menentukan nilai x_e menggunakan persamaan 2.6 didapatkan 2.46 m. Selanjutnya

menghitung nilai Eksentrisitas (e) menggunakan persamaan 2.7 didapatkan -0.01 . Untuk nilai $B/6 = 0.82$. Karena nilai $e < B/6$ maka didapatkan nilai q_{max} dengan menggunakan persamaan 2.5 didapatkan 113.63 kN/m^2 . Dan untuk nilai q_{ult} dengan menggunakan persamaan 2.4 didapatkan 470.92 kN/m^2 . Sehingga didapatkan nilai Faktor Keamanan Terhadap Daya dukung Tanah (F_{dd}) = $4.14 > 3$. Nilai tersebut merupakan **Aman** terhadap Daya Dukung Tanah.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, nilai faktor keamanan lereng di lokasi penelitian yaitu 0.397 . Nilai tersebut merupakan nilai faktor keamanan tidak aman (Longsor). Rancangan geometri dinding penahan tanah yang tepat pada lokasi penelitian yaitu untuk $H = 7 \text{ m}$, $H_1 = 0.7 \text{ m}$, $H_2 = 6.3 \text{ m}$, $H_3 = 1.6 \text{ m}$, $H_4 = 0.7 \text{ m}$, $H_5 = 4.9 \text{ m}$, $H_6 = 2.6 \text{ m}$, $H_7 = 0.5 \text{ m}$, $H_8 = 2.5 \text{ m}$, $H_9 = 3.8 \text{ m}$, dan $D = 2.5 \text{ m}$. Dan berdasarkan hasil perhitungan kestabilan dinding penahan tanah yang telah didesain didapatkan untuk Stabilitas Terhadap Guling yaitu $4.37 > 1.5$ (Aman), Stabilitas Terhadap Pergeseran yaitu $2.21 > 2$ (Aman), dan Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah yaitu $4.14 > 3$ (Aman).

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung, orang tua, dosen pembimbing, dosen penguji, dan teman-teman jurusan S1 Teknik Pertambangan Universitas Mulawarman.

Daftar Pustaka

- Arief, S. (2008). *Analisis Kestabilan Lereng*. Soroako: Inco.
- Das, B. M. (1988). *Mekanika Tanah Jilid 1*. Surabaya: Penerbit Erlangga.
- Das, B. M. (1993). *Mekanika Tanah 2*. Surabaya: Penerbit Erlangga.
- Das, B. M., & Khaled, S. (2010). *Principles Of Geotechnical Engineering 8th Edition SI*. United State Of America: Change Learning.
- Djunaedi, R. R. (2020). Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi (Studi Kasus : Sdn Lio, Kecamatan Cireunghas). *Jurnal Student Teknik Sipil*, 55-64.
- Hardiyatmo, H. C. (2003). *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University.
- Pragustus, D., Mandagi, A. T., & A. E., T. (2019). Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Software Slide 6.0 (Studi Kasus: Ruas Jalan Manado-Tomohon). *Jurnal Sipil Statik*, 1445-1452.
- Rajagukguk, O. C., A.E, T., & Monintja, S. (2014). Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Bishop (Studi Kasus: Kawasan Citraland Sta.1000m. *Jurnal Sipil Statik*, 139-147.
- Surya, A., Azhar, M. F., & Abdurrahman. (2021). Perencanaan Dinding Penahan Tanah pada Jalan Gubernur Syarkawi (Sp. Empat Handil Bakti – Bypass Banjarmasin). *Jurnal Kacapuri* , 53-66.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International License
