

IMPLEMENTASI SOFTWARE GEO 5 DENGAN METODE BISHOP PADA DINDING PENAHAN TANAH TIPE KANTILEVER DI PONDOK PESANTREN DARUTTAUHID, KELURAHAN POTROYUDAN, KABUPATEN JEPARA

Ahmad Wisnu Mubarak¹, Nor Hidayati², Khotibul Umam³, Muhammad Syafiq Zaky⁴,
Handika Surya Wijaya⁵

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara^{1,2,3,5}
Jl. Taman Siswa No.9, Pekeng, Tahunan, Jepara 59427, Indonesia

E-mail : mubarakwisnu03@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini membahas perencanaan dinding penahan tanah tipe kantilever pada lokasi Pesantren Daruttauhid, Kelurahan Potroyudan, Kabupaten Jepara. Latar belakang penelitian ini adalah kondisi lereng yang berpotensi longsor, khususnya pada saat jenuh air, sehingga diperlukan analisis kestabilan lereng sekaligus perencanaan konstruksi dinding penahan tanah yang aman dan efisien. Metode penelitian dilakukan melalui pengumpulan data tanah dari hasil uji laboratorium, analisis stabilitas lereng dengan metode Bishop, serta analisis menggunakan perangkat lunak Geo5. Analisis stabilitas lereng menghasilkan faktor keamanan sebesar 1,87 pada kondisi basah, 1,60 pada kondisi jenuh, dan 2,62 pada kondisi kering. Hasil analisis dengan Geo5 menunjukkan faktor keamanan 1,65 pada kondisi basah (aman), namun pada kondisi jenuh nilai faktor keamanan $< 1,5$, sehingga diperlukan upaya perkuatan lereng. Perencanaan dinding penahan tanah tipe kantilever dengan tinggi 8 m menghasilkan struktur yang aman terhadap geser ($FS = 4,16$), guling ($FS = 5,90$), dan daya dukung tanah ($FS = 2,44$). Dimensi optimal dinding yang diperoleh adalah tebal badan dinding 0,80 m di bagian bawah dan 0,40 m di bagian atas, lebar tumit 2,20 m, dan lebar ujung kaki 1,00 m. Penurunan pondasi sebesar 0,027 m masih berada dalam batas toleransi. Hasil perhitungan penulangan menunjukkan bahwa kebutuhan tulangan pada badan dinding adalah 8 batang D14, dan pada pelat kaki 11 batang D14, sesuai dengan ketentuan SNI. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dinding penahan tanah tipe kantilever dengan dimensi yang telah direncanakan layak diterapkan pada lokasi penelitian, serta mampu meningkatkan kestabilan lereng terutama pada kondisi jenuh.

Kata Kunci: Dinding penahan tanah, Kantilever, Stabilitas lereng, Metode Bishop, Geo5

I. PENDAHULUAN

Longsor adalah peristiwa perpindahan massa tanah secara mendadak dari satu lokasi ke lokasi lainnya, biasanya terjadi di area lereng gunung atau perbukitan. Fenomena ini dapat melibatkan pergeseran tanah, batuan, maupun kombinasi keduanya. Terjadinya longsor dipicu oleh berbagai faktor, seperti curah hujan yang tinggi, guncangan gempa bumi, aktivitas manusia yang mengganggu kestabilan tanah, ataupun perubahan alami pada lingkungan sekitar [1]. Kelurahan Potroyudan, Kabupaten Jepara, memiliki topografi berbukit yang rawan longsor, terutama saat musim hujan. Salah satu lokasi kritis adalah Pondok Pesantren Daruttauhid yang terletak di bawah tebing setinggi ± 9 meter dengan jarak sekitar 3 meter dari bangunan asrama.

Solusi untuk menangani yaitu dengan perencanaan perkuatan lereng yang penting dilakukan untuk menganalisis kestabilan lereng serta mengidentifikasi bidang gelincir yang mungkin terjadi. Analisis ini bertujuan untuk menentukan jenis perkuatan yang tepat dan merencanakan tinggi desain dinding penahan tanah yang sesuai dengan kondisi lereng [2]. Dinding kantilever berbentuk huruf “T” terbalik atau “L”, terbuat dari beton bertulang, dan setiap bagian bekerja sebagai kantilever. Stabilitasnya mengandalkan berat sendiri serta berat tanah di atas tumit (*heel*). Jenis ini ekonomis untuk dinding dengan ketinggian rendah [3].

Dinding ini berbentuk huruf T dari beton bertulang dengan ketebalan tipis dan tulangan penuh untuk menahan momen serta gaya geser. Stabilitasnya berasal dari berat sendiri dan tanah di atas tumit (*heel*), dengan ketinggian umumnya tidak melebihi 6–7 meter [4].

Dengan menganalisis kestabilan lereng berdasarkan prinsip kesetimbangan gaya dan sering disebut metode irisan karena bidang longsor dibagi menjadi beberapa bagian. Bidang kelongsoran dapat diasumsikan berbentuk *circular* atau *non-circular*. Dengan metode analisis ini, potensi longsor dapat diperkirakan lebih akurat sehingga membantu dalam menentukan jenis perkuatan dan desain struktur penahan yang tepat [5].

Pada penelitian ini menggunakan metode bishop, yaitu metode analisis kestabilan lereng berbasis *limit equilibrium* yang membagi lereng menjadi beberapa irisan untuk mencari bidang runtuh kritis dan menghitung faktor keamanan minimum (SF). Metode ini sederhana, cepat, dan cukup teliti, sehingga efektif untuk analisis lereng dan mempercepat proses perencanaan [6].

Stabilitas timbunan umumnya dihitung menggunakan metode keseimbangan batas seperti XSTABL, GEO5, dan GeoStudio-SLOPE/W, atau metode elemen hingga seperti PLAXIS. Program ini menghasilkan output utama berupa angka keamanan (SF), momen penahan, serta posisi bidang longsor [7]. Geo5 digunakan untuk menganalisis stabilitas dinding penahan tanah, termasuk tipe kantilever, dengan menghitung gaya geser, potensi guling, dan daya dukung tanah.

Dinding kantilever terdiri dari dinding utama, pelat fondasi belakang, dan depan. Perancangannya mengikuti prinsip struktur kantilever, dimulai dengan menghitung tekanan tanah pada dasar fondasi yang diasumsikan terdistribusi secara linier. [8].

II. METODOLOGI PENELITIAN

1. Survei Lokasi

Survei dilakukan di Pondok Pesantren Daruttauhid, Kelurahan Potroyudan, untuk memeriksa kondisi lereng, ketinggian tebing, dan lingkungan sekitar. Hasil survei menjadi dasar penentuan titik pengambilan sampel tanah dan area yang membutuhkan perkuatan.

2. Identifikasi Masalah

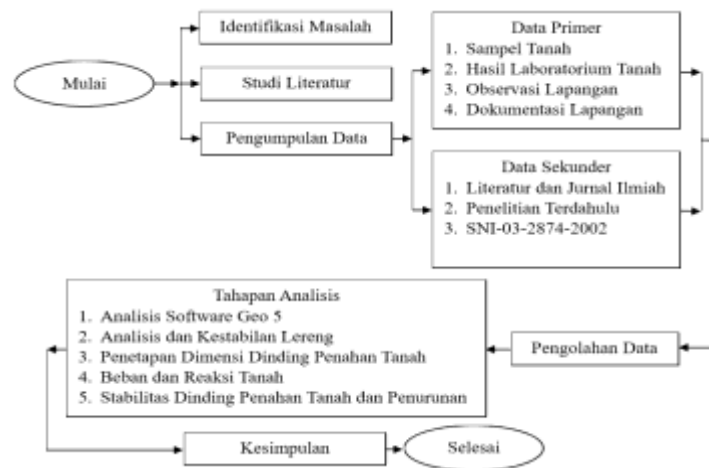
Berdasarkan hasil survei, diidentifikasi penyebab utama longsor seperti, struktur tanah yang kurang stabil, kemiringan curam, dan tidak adanya sistem keamanan lereng yang memadai, serta jarak dengan bangunan yang cukup dekat.

3. Pengumpulan Data

Data primer diperoleh langsung dari hasil uji laboratorium untuk menentukan parameter mekanik tanah seperti kohesi (c), sudut geser dalam (ϕ), dan berat volume tanah. Data sekunder berupa referensi dari berbagai artikel dan penelitian terdahulu.

4. Studi Literatur

Tahap studi literatur ini mencakup kegiatan kajian dan penelaahan kembali terhadap materi atau teori yang relevan. Dehingga diperoleh dasar teori yang kuat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

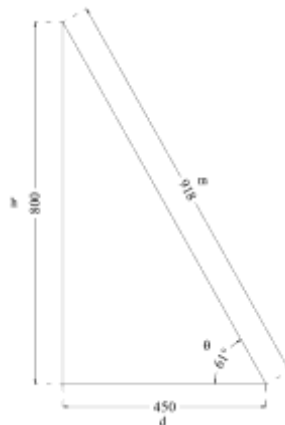


Gambar 13. Diagram Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, lereng adalah permukaan tanah yang memiliki kemiringan tertentu terhadap bidang horizontal. Lereng bisa terbentuk secara alami melalui proses geologi maupun buatan akibat aktivitas manusia [9]. Data yang diambil berupa panjang horizontal (d) dan panjang lereng miring (m). Hasil pengukuran ini digunakan untuk menghitung sudut kemiringan (θ) dan ketinggian lereng (h). Data tersebut menjadi dasar analisis stabilitas lereng.

1. Kemiringan dan Ketinggian Lereng



Gambar 2. Ketinggian dan Kemiringan Lereng

Panjang horizontal (d) : 4,5 m

Panjang lereng (m) : 9,18 m

Tinggi lereng (h) : 8 m

Sudut (θ) : 60.64°

$$h = \sqrt{s^2 + b^2} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 h &= \sqrt{9,18^2 + 4,5^2} \\
 h &= \sqrt{64,02} = 8 \text{ m} \\
 \cos \theta &= \frac{b}{s} \quad (2) \\
 &= \arccos \left(\frac{4,5}{9,18} \right) \\
 &= \arccos (0.4902) \\
 \theta &= 60.64^\circ
 \end{aligned}$$

2. Data Parameter Tanah

Tanah terdiri dari 3 bagian yaitu bagian padat atau butiran, pori-pori udara dan air pori [10]. Hasil uji tanah di Laboratorium Mekanika Tanah UNISNU Jepara menghasilkan parameter yang dibutuhkan untuk analisis stabilitas dinding penahan tanah. Data ini disajikan dalam tabel sebagai dasar perhitungan teknis.

Tabel 1. Parameter Tanah

Data Parameter Tanah	Simbol	Hasil	Satuan
Kadar Air	W	49.93	%
Berat Jenis	G	2.34	
Berat Isi Tanah Basah	γ	1.14	gr/cm ³
Berat Isi Tanah Kering	γ_d	0.8	gr/cm ³
Kohesi Tanah	c	0.2558	kN/cm ²
Sudut Geser Tanah Dalam	ϕ	14.04	°

3. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah dengan sistem Unified (USCS) dilakukan berdasarkan data distribusi butiran, batas cair, dan batas plastis. Proses ini dapat memakan waktu lama apabila dilakukan secara manual [11]. Hasil pengujian laboratorium pada sampel tanah dari Pondok Pesantren Daruttauhid menunjukkan persentase lolos saringan No. 200 sebesar 2,40% (<5%), menandakan tanah berbutir kasar dengan dominasi pasir. Persentase lolos saringan No. 4 sebesar 85,20% mengonfirmasi fraksi dominan adalah pasir. Berdasarkan klasifikasi USCS, tanah ini tergolong SW (Well Graded Sand), yaitu pasir bergradasi baik dengan sedikit material halus. Uji batas Atterberg pada fraksi halus menunjukkan nilai LL 54,41 dan PI 34,41, yang dikategorikan sebagai CH (Clay of High Plasticity) atau lempung plastisitas tinggi. Namun, karena kandungan fraksi halus sangat rendah, karakteristik utama tanah tetap ditentukan oleh fraksi pasir, sehingga secara keseluruhan dikategorikan sebagai SW.

Tabel 2. Klasifikasi Tanah

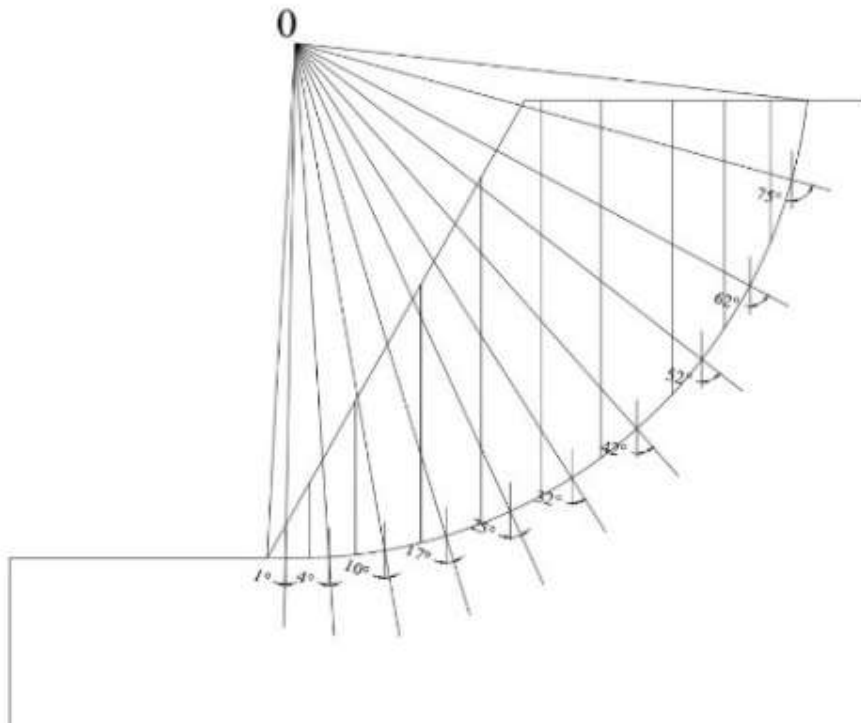
Parameter Klasifikasi Tanah	(%)
Lolos Saringan No.200	22.40
Batas Cair (LL)	54.41
Batas Plastis (PL)	20.00
Indeks Plastisitas	34.41

4. Analisis Geo 5

Hasil analisis menunjukkan FS sebesar 1,65, yang berarti lereng dalam kondisi aman karena melebihi batas minimal 1,5. Analisis dilakukan menggunakan metode Bishop yang disederhanakan (*Simplified Bishop Method*). Kondisi lereng paling kritis akan dianalisis dengan bantuan program GEO5, kemudian hasilnya dibandingkan dengan perhitungan manual menggunakan metode yang sama [12]. Data yang dimasukkan meliputi $\gamma = 11,42 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_{\text{sat}} = 14,10 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 14,04^\circ$, dan $c = 25,58 \text{ kPa}$. Parameter ini menjadi acuan penting dalam memastikan desain memenuhi standar keamanan.

5. Analisis dan Kestabilan Lereng

Longsor dapat terjadi akibat pergerakan tanah atau massa tanah/batuan secara vertikal, horizontal, maupun miring dari posisi awal, yang dipicu oleh aliran air, gravitasi, atau beban eksternal [13]. Analisis stabilitas lereng dengan metode *Bishop* dilakukan dengan membagi bidang longsor berbentuk lingkaran menjadi beberapa irisan, kemudian menghitung gaya pada tiap irisan untuk memperoleh faktor keamanan lereng.



Gambar 2. Pembagian Pias – pias Pada Lereng

a. Perhitungan Analisis Kondisi Tanah Basah

Tabel 3. Analisis Stabilitas Lereng Kondisi Basah

No. Irisan	θ	$\sin \theta$	$W_n \sin \theta$	$W_n \tan \phi + c_b$	M_i	$W_n \tan \phi + c_b / M_i$
1	75	0.96	8.75	18.33	0.38	47.2445
2	62	0.88	26.01	27.44	0.58	46.7163
3	52	0.78	37.71	35.05	0.72	48.6235
4	42	0.66	53.91	51.27	0.83	61.5803
5	32	0.52	41.34	45.61	0.91	49.6425
6	25	0.42	32.83	45.75	0.96	47.5537
7	17	0.29	18.54	42.21	0.99	42.4125
8	10	0.17	8.16	40.36	1.00	40.0452

No. Irian	θ	$\sin \theta$	$W_n \sin \theta$	$W_n \tan \phi + c_b$	M_i	$W_n \tan \phi + c_b / M_i$
9	4	0.06	1.29	24.96	1.00	24.7980
10	-1	-0.01	-0.096	19.95	0.99	20.0079

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n [c_b + (W_i) t_g \phi \left[\frac{1}{\cos \theta_i (1 + t_g \phi t_g \frac{\phi}{F})} \right]]}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i} \quad (3)$$

$$F = \frac{428,6245}{228,4878} = 1,87$$

b. Perhitungan Analisis Kondisi Tanah Jenuh

Tabel 4. Analisis Stabilitas Lereng Kondisi Jenuh

No. Irian	θ	$\sin \theta$	$W_n \sin \theta$	$W_n \tan \phi + c_b$	M_i	$W_n \tan \phi + c_b / M_i$
1	75	0.96	10.80	18.86	0.41	45.9869
2	62	0.88	32.11	29.17	0.60	48.0030
3	52	0.78	46.56	37.86	0.73	51.2331
4	42	0.66	66.56	56.00	0.84	66.0410
5	32	0.52	51.05	50.19	0.93	53.9120
6	25	0.42	40.54	50.34	0.97	51.7681
7	17	0.29	22.89	45.94	1.00	45.8431
8	10	0.17	10.07	43.12	1.01	42.6128
9	4	0.06	1.59	26.05	1.00	25.8379
10	-1	-0.01	-0.11	20.28	0.99	20.3418

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n [c_b + (W_i) t_g \phi \left[\frac{1}{\cos \theta_i (1 + t_g \phi t_g \frac{\phi}{F})} \right]]}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i} \quad (4)$$

$$F = \frac{451,5796}{282,1084} = 1,60$$

c. Perhitungan Analisis Kondisi Tanah Kering

Tabel 5. Analisis Stabilitas Lereng Kondisi Kering

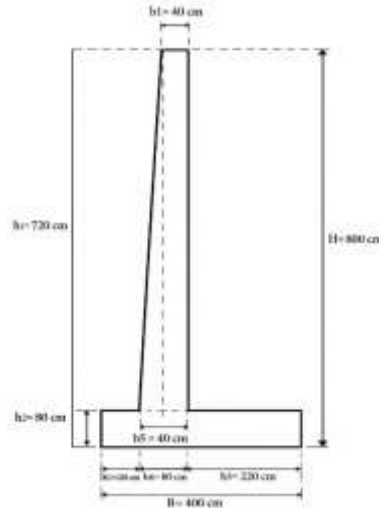
No. Irian	θ	$\sin \theta$	$W_n \sin \theta$	$W_n \tan \phi + c_b$	M_i	$W_n \tan \phi + c_b / M_i$
1	75	0.96	5.79	17.56	0.35	50.0556
2	62	0.88	17.20	24.95	0.55	45.0739
3	52	0.78	24.94	31.00	0.69	44.8899
4	42	0.66	35.66	44.45	0.80	55.0892
5	32	0.52	27.35	39.01	0.89	43.4159
6	25	0.42	21.72	39.20	0.94	41.4205
7	17	0.29	12.26	36.84	0.98	37.4403
8	10	0.17	5.39	36.38	1.00	36.3388
9	4	0.06	0.85	23.39	1.00	23.3007
10	-1	-0.01	-0.06	19.48	0.99	19.5251

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n [c_b + (W_i) t_g \phi \left[\frac{1}{\cos \theta_i (1 + t_g \phi t_g \frac{\phi}{F})} \right]]}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \theta_i} \quad (5)$$

$$F = \frac{396,5499}{151,1381} = 2,62$$

6. Penetapan Dimensi Dinding Penahan Tanah

Penetapan dimensi dinding penahan tanah tipe kantilever dilakukan dengan mempertimbangkan tinggi dinding, tekanan tanah aktif dan pasif, serta stabilitas terhadap geser, guling, dan daya dukung tanah. Desain dinding penahan tanah berpengaruh terhadap kestabilannya, sehingga dimensinya harus mengacu pada SNI 8460:2017 [14]. Perhitungan ini bertujuan memperoleh desain yang aman dan efisien sesuai kondisi lapangan.



Gambar 4. Dimensi Dinding Penahan Tanah

7. Beban dan Reaksi Tanah

Beban dan reaksi tanah mencakup gaya vertikal serta momennya terhadap titik O yang berfungsi sebagai penstabil, serta tekanan tanah aktif beserta momennya terhadap titik O yang berpotensi menyebabkan penggulingan struktur. Penambahan beban di atas permukaan lereng dapat mengurangi daya ikat antar butiran tanah, sehingga mengganggu kestabilan lereng [15].

- a. Gaya vertikal dan gaya momen terhadap kaki depan (titik O)

Tabel 6. Analisis Stabilitas Lereng Kondisi Kering

No	Berat W (kN)	Jarak dari O (m)	Momen ke O (kNm)
W1	72	1.6	115.2
W2	36	1.26	45.36
W3	80	2	160
W4	180.89	2.9	524.581
q	26.4	2.9	76.56
total	395.29	10.66	921.701

$$W1 = b1 \times h1 \times \gamma_{\text{beton}} \quad (6)$$

$$= 0,4 \times 7,2 \times 25 = 72 \text{ kN}$$

$$\text{Jarak dari O (W1)} = b2 + b5 + (0,5 \times b1) \quad (7)$$

$$= 1 + 0,4 + 0,2 = 1,6 \text{ m}$$

$$Mw1 = W1 \times \text{Jarak dari O (W1)} \quad (8)$$

$$= 72 \times 1,6 = 115,2 \text{ kNm}$$

b. Tekanan tanah aktif total dan momen terhadap 0

Tabel 7. Tekanan Tanah Aktif Total dan Momen terhadap 0

No	Pa (kN)	Jarak (m)	Momen ke 0 (kNm)
Pa 1	27.72	2.66	73.74
Pa 2	20.60	4	82.40

$$Pa1 = 0,5 \times H \times Ka \times \gamma b \quad (9)$$

$$= 0,5 \times 8 \times 0,607 \times 11,42$$

$$Jarak Pa1 = \left(\frac{2}{3} \times H\right) \quad (10)$$

$$= \left(\frac{2}{3} \times 8\right) = 2,66 \text{ m}$$

$$Mgl1 = Pa1 \times Jarak Pa1 \quad (11)$$

$$= 27,72 \times 2,66 = 73,74 \text{ kNm}$$

8. Stabilitas Dinding Penahan Tanah

Stabilitas dinding penahan tanah perlu dianalisis untuk memastikan struktur dapat menahan tekanan tanah dan beban tambahan tanpa mengalami kegagalan. Analisis ini mencakup evaluasi terhadap potensi keruntuhan geser, guling, dan daya dukung tanah.

a. Stabilitas terhadap Pergeseran

$$Rh = c_d \cdot B + \sum W \cdot tg \delta b \quad (12)$$

$$Rh = (25,58 \cdot 4) + (395,29 \cdot tg 14,04) = 201,14 \text{ kN/m}$$

$$Fgs = \frac{\sum Rh}{\sum Pa} \geq 1,5 \quad (13)$$

$$Fgs = \frac{201,14}{48,32} \geq 1,5 = 4,16 \geq 1,5 \text{ (aman)}$$

b. Stabilitas terhadap Penggulingan

$$Fgl = \frac{\sum Mw}{\sum Mgl} \geq 1,5 \quad (14)$$

$$Fgl = \frac{921,70}{156,14} \geq 1,5 = 5,90 \geq 1,5 \text{ (aman)}$$

c. Stabilitas terhadap Keruntuhan Kapasitas Dukung Tanah

$$qu = ic \cdot c \cdot Nc + iy \cdot 0,5 \cdot B' \cdot \gamma b \cdot Ny \quad (15)$$

$$qu = (0,65 \times 25,58 \times 12,9) + (0,64 \times 0,5 \times 3,86 \times 11,42 \times 2,5)$$

$$= 249,753 \text{ kN/m}^2$$

$$q' = \frac{V}{B'} \quad (16)$$

$$q' = \frac{395,29}{3,86} = 102,40$$

$$F = \frac{qu}{q'} \geq 2 \quad (17)$$

$$F = \frac{249,753}{102,40} \geq 2$$

$$F = 2,438 \geq 2 \text{ (aman)}$$

9. Stabilitas terhadap Penurunan Dinding Penahan Tanah

Stabilitas penurunan pada dinding penahan tanah dihitung seperti perhitungan fondasi, di mana penurunan terjadi akibat beban dan rotasi pada ujung kaki fondasi. Nilai penurunan yang diizinkan dibatasi maksimum 0,01 kali tinggi dinding agar struktur tetap aman dan stabil.

$$S_i = \frac{q_n \cdot B}{E} (1 - \mu^2) \cdot I_p \quad (18)$$

$$q_n = \sigma a = K a \cdot \gamma b \cdot h_2 \quad (19)$$

$$q_n = 0,607 \cdot 11,42 \cdot 7,2 = 49,90$$

$$I_p = (1 - \mu^2) \cdot F1 + (1 - \mu^2) \cdot F2 \quad (20)$$

$$F1 = m = \frac{L}{B} = \frac{20}{4} = 5$$

$$F2 = m = \frac{H}{B} = \frac{8}{4} = 2$$

$$I_p = (1 - 0,3^2) \cdot 5 + (1 - 0,3^2) \cdot 2 = 6,4$$

$$S_i = \frac{49,90}{42500} (1 - 0,3^2) \cdot 6,4 = 0,027 \text{ m}$$

Hasil analisis menggunakan perhitungan analitis dan software Geo5 menunjukkan lereng di Pondok Pesantren Daruttauhid, Potroyudan berpotensi longsor, terutama saat musim hujan. Perhitungan analitis menunjukkan kondisi aman, sedangkan analisis software pada kondisi tanah jenuh menunjukkan lereng tidak stabil ($1 < FS < 1,5$). Oleh karena itu, diperlukan perkuatan seperti dinding penahan tanah tipe kantilever untuk meningkatkan stabilitas.

Tabel 8. Hasil Analisis Lereng

Analisis	Tanah Basah	Tanah Jenuh	Tanah Kering
Analisis Bishop	1.87	1.6	2.62
Software Geo 5	1.65	1.45	2.16

Dari hasil analisa stabilitas dinding penahan tanah telah memenuhi nilai faktor keamanan yang ditetapkan. Secara keseluruhan, faktor keamanan menunjukkan nilai di atas $>1,5$, sehingga dinding penahan tanah dinyatakan aman dan stabil dalam menghadapi potensi kegagalan seperti geser, guling, maupun runtuh.

Tabel 9. Hasil Analisis Dinding Penahan Tanah

Faktor Aman	FS
FS geser	4.16
FS guling	5.90
FS runtuh	2.44

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis tanah, stabilitas lereng, dan perencanaan dinding penahan tanah tipe kantilever di Pondok Pesantren Daruttauhid, Kelurahan Potroyudan, Kabupaten Jepara, diperoleh beberapa kesimpulan. Analisis stabilitas lereng dengan metode Bishop menunjukkan faktor keamanan 1,87 (basah), 1,60 (jenuh), dan 2,62 (kering), yang mengindikasikan lereng relatif stabil karena sebagian besar $FS > 1,5$. Namun, hasil analisis menggunakan Geo5 menunjukkan nilai $FS < 1,5$ pada kondisi jenuh sehingga lereng berpotensi tidak stabil dan memerlukan perkuatan. Perencanaan dinding penahan tanah setinggi 8 m dengan Geo5 memenuhi syarat stabilitas, dengan FS terhadap geser 4,16, guling 5,90, dan daya dukung tanah 2,44. Dimensi optimal yang diperoleh meliputi tebal badan dinding 0,80 m di bagian bawah dan 0,40 m di bagian atas, lebar tumit 2,20 m, dan lebar ujung kaki 1,00 m. Penurunan tanah di bawah pondasi sebesar 0,027 m, yang masih dalam batas aman, sehingga dinding penahan tanah yang direncanakan layak untuk meningkatkan kestabilan lereng.

V. UCAPAN TERIMA KASIH (Jika ada)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua, keluarga, dosen pembimbing, para dosen Teknik Sipil, serta teman-teman atas segala dukungan, motivasi dan doa yang telah diberikan, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

VI. REFERENSI

- [1] D. D. Lestari, M. A. Salim, and A. Azizi, "Analisis Perkuatan Dinding Penahan Tanah Kantilever dalam Pengendalian Longsor di Sungai Pelus Purwokerto," *CIVeng*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2025.
- [2] L. Hakim, P. P. Putra, and D. Nurtanto, "Perkuatan Lereng pada Sempadan Sungai Jl. Sultan Agung Kabupaten Jember dengan Dinding Penahan Tanah Kantilever," *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, vol. 9, no. 2, pp. 115–128, 2021.
- [3] M. Syahri, R. Akhmad, and R. Adawiyah, "Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Cantilever Wall Pada Akses Jalan Pulau Balang - Penajam Paser Utara - Kota Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur," *Jurnal Uniska Teknik Sipil*, 2019.
- [4] M. D. Febrialdi, D. Tanjung, and M. H. M. Hasibuan, "Analisa Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Paket Peningkatan Jalur Kereta Api Km 8 + 900 – 9 + 100 Lintas Medan - Binjai," *Jurnal Teknik Sipil (JTSIP)*, vol. 1, no. 2, p. 8, 2022.
- [5] I. M. C. Bendhari and R. Agustina, "Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Dan Perkuatan Lereng Menggunakan Metode Soil Nailing Di Perumahan Bsb City Victoria Hills Semarang," *Tugas Akhir*, 2021.
- [6] Y. Prima, A. Rumbyarso, and G. Pribadi, "Analisis Stabilitas Lereng dengan Metode Bishop pada Proyek Geotechnical Investigation Jalur Transportasi Pelabuhan Batubara Marangkayu Kabupaten Kutai Kartanegara," *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, vol. 5, no. 2, pp. 562–577, 2023.
- [7] W. I. Manurung, I. B. Mochtar, and T. R. Satrya, "Analisis Hasil Perencanaan pada Pemodelan Stabilitas Timbunan dengan Program Bantu XSTABL, GEO5, GeoStudio-SLOPE/W, dan PLAXIS," *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, vol. 19, pp. 295–304, 2021.
- [8] A. Muda, "Penanganan Longsoran Jalan Nasional Dengan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever," *Jurnal Teknologi Sipil*, vol. 6, 2021.
- [9] H. C. Hardiyatmo, *Landasan Teori Bab 2 Mekanika Tanah 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2011, pp. 4–24.
- [10] S. Suhudi and S. Ehok, "Evaluasi Stabilitas Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever di Desa Ngroto, Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang," *PROKONS Jurusan Teknik Sipil*, vol. 15, no. 1, p. 22, 2021.
- [11] B. C. Carolin, S. Suhendra, and W. Dony, "Penentuan Klasifikasi Tanah Sistem USCS (Unified Soil Classification System) dengan Bantuan MS Excel," *Jurnal Civronlit Unbari*, vol. 6, no. 2, p. 76, 2021.
- [12] Y. E. Barrang, A. T. Mandagi, and H. Riogilang, "Studi Literatur Tentang Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program GEO5," *TEKNO*, vol. 19, no. 79, pp. 275, Dec. 2021.
- [13] D. Yogaswara and A. D. Komarudin, "Analisa Stabilitas Lereng Dengan Dinding Penahan Tanah (Studi Kasus: Desa Ciherang Kecamatan Nagreg)," *Jurnal Kontruksi*,

- pp. 4–9, 2024.
- [14] T. Noviati, "Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever pada Gedung Perkantoran X di Kota Depok," *Jurnal Teknik dan Science*, vol. 2, no. 3, pp. 92–102, 2023.
- [15] R. T. Saputra, S. R. Utami, and C. Agustina, "Hubungan Kemiringan Lereng Dan Persentase Batuan Permukaan Terhadap Longsor Berdasarkan Hasil Simulasi," *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, vol. 9, no. 2, pp. 339–346, 2022.