

Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan *gravity wall* dan *cantilever wall* di Desa Sukaraharja, Cianjur, Jawa Barat

Gifara Dzikry Muhamad Hafiz^{1,*}, Hanindya Kusuma Artati¹

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Article Info

Available online

Keywords:

Cantilever retaining wall
Gravity wall
Retaining wall
Safety factor
Slope stability
PLAXIS 2D

Abstract

Sukaraharja Village in Cianjur, West Java, possesses a sloping topography prone to failure, primarily triggered by high rainfall, which has demonstrably caused landslides that interrupt vital access and compromise public safety. Based on the preliminary analysis indicating that the existing slope's Safety Factor (SF) is below the required safety limit ($SF < 1.5$), this research aims to analyze the slope stability and design an effective reinforcement solution. The main focus of the study is to compare the structural effectiveness of the gravity wall and the cantilever wall.

The research method employed a comprehensive slope stability analysis by integrating actual soil parameter data obtained from field sampling and laboratory tests, including soil classification (ML and OH) and soil shear strength parameters. Stability analysis was conducted using two approaches: the Fellenius method and the Finite Element Method (FEM) with the aid of PLAXIS 2D V21 software. Reinforcement evaluation was performed in detail, covering external, internal, and global stability checks, tested under two loading conditions: without seismic load and considering pseudo-static seismic load. The existing slope analysis results were categorized as unsafe, with SF values of 1.111 (Fellenius) and 1.057 (PLAXIS 2D V21). Following the implementation of reinforcement, stability significantly increased beyond the required minimum safety limit. For the non-seismic loading condition, the gravity wall reinforcement successfully raised the SF to 2.288, while the cantilever wall provided an SF of 2.157. Although under seismic loading conditions both structures showed SF values close to the critical limit ($SF_{gravity\ wall} = 1.295$ and $SF_{cantilever\ wall} = 1.310$), both the gravity wall and cantilever wall are recommended as effective and efficient reinforcement options for landslide mitigation in Sukaraharja Village because both have satisfied the stability requirements in accordance with SNI 8460:2017.

Corresponding Author:

Gifara Dzikry Muhamad H.
dzikry.mhh@gmail.com

Copyright © 2026 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Pendahuluan

Kawasan Desa Sukaraharja, yang terletak di Kabupaten Cianjur, Jawa Barat, memiliki karakteristik topografi berupa lereng curam. Kondisi geologis ini menjadikan wilayah tersebut sangat rentan terhadap fenomena ketidakstabilan lereng dan keruntuhan tanah. Kerentanan tersebut diperburuk oleh tingginya intensitas curah hujan, yang merupakan pemicu utama serangkaian bencana longsor yang terbukti telah mengganggu akses infrastruktur vital dan

mengancam keselamatan jiwa warga. Oleh karena itu, penanganan stabilitas lereng di kawasan ini menjadi isu geoteknik dan keselamatan publik yang mendesak untuk diselesaikan.

Analisis stabilitas awal terhadap lereng eksisting mengindikasikan bahwa lereng berada dalam kondisi kritis, di mana nilai *Safety Factor* (SF) berada di bawah batas aman minimum yang disyaratkan dalam standar teknis ($SF < 1,5$). Nilai SF yang rendah ini menegaskan bahwa gaya penahan

yang dimiliki lereng tidak memadai untuk menyeimbangkan gaya pendorong, sehingga intervensi struktural berbasis rekayasa geoteknik mutlak diperlukan. Dinding Penahan Tanah (DPT) merupakan solusi perkuatan yang umum dan efektif. Namun, untuk mendapatkan desain yang optimal dan efisien, diperlukan evaluasi komparatif terhadap jenis DPT yang akan digunakan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis stabilitas lereng secara komprehensif dan perancangan solusi perkuatan yang efektif. Tujuan utama penelitian ini adalah membandingkan efektivitas struktural dari dua jenis DPT yang berbeda, yaitu *Gravity Wall* (Dinding Penahan Gravitasi) dan *Cantilever Retaining Wall* (Dinding Penahan Kantilever). Analisis dilakukan dengan mengintegrasikan data parameter tanah aktual yang diperoleh dari pengujian lapangan dan laboratorium, serta menerapkan dua pendekatan metodologi utama: Metode Irisan Fellenius dan simulasi numerik berbasis Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*) menggunakan perangkat lunak PLAXIS 2D V21. Seluruh evaluasi perkuatan dilakukan pada kondisi pembebanan statis dan dinamis (pseudo-statik gempa) untuk memastikan keandalan struktur dalam menghadapi risiko seismik tinggi di wilayah Cianjur, sehingga dapat memberikan rekomendasi teknis yang paling solid untuk penanganan risiko longsor di Desa Sukaraharja.

Tinjauan Pustaka

Investigasi tanah bertujuan untuk memperoleh informasi mendalam mengenai kondisi geologi lokasi, mencakup lapisan-lapisan tanah, batuan, elevasi muka air tanah, serta karakteristik sifat fisik dan mekanik tanah. Dari data yang terhimpun, selanjutnya dapat diturunkan parameter-parameter tanah yang esensial untuk simulasi dan perancangan fondasi atau konstruksi bangunan lainnya.

Sementara itu, dinding penahan tanah merupakan bangunan struktur yang

berfungsi untuk menahan tekanan lateral dari massa tanah lepas atau tanah alami. Struktur ini berperan vital dalam mencegah keruntuhan pada lereng yang tidak stabil atau area yang berpotensi longsor, sekaligus menjaga stabilitas kemiringan alami, timbunan, atau area urukan.

Stabilitas lereng

Stabilitas lereng didefinisikan sebagai kondisi keseimbangan massa tanah di suatu kemiringan. Analisis stabilitas lereng bertujuan untuk menentukan tingkat keamanan lereng terhadap potensi keruntuhan (longsor) dengan menghitung *Safety Factor* (SF). SF didefinisikan sebagai perbandingan antara gaya penahan (*resisting force*) dan gaya penggerak (*driving force*) yang bekerja pada bidang longsor.

$$SF = \frac{\sum \text{Gaya Penahan}}{\sum \text{Gaya Penggerak}} \quad (1)$$

Lereng dianggap stabil apabila $SF > 1,5$, sedangkan $SF > 1,1$ dengan memperhatikan beban gempa. (SNI 8460:2017)

Metode keseimbangan batas (limit equilibrium method)

Metode keseimbangan batas, khususnya Metode Irisan Fellenius, merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis stabilitas lereng dengan mengasumsikan permukaan runtuh berbentuk lingkaran. Massa tanah yang berpotensi longsor dibagi menjadi beberapa irisan vertikal, dan keseimbangan gaya serta momen dianalisis pada setiap irisan untuk menentukan nilai SF.

$$F_s = \frac{\sum (cl + (W \cos \alpha - ul) \tan \phi)}{\sum W \sin \alpha} \quad (2)$$

Metode elemen hingga (finite element method/fem)

Metode Elemen Hingga, yang diterapkan melalui perangkat lunak PLAXIS 2D V21, digunakan untuk simulasi numerik. FEM memungkinkan pemodelan perilaku material tanah yang lebih realistis dan kompleks, serta memberikan distribusi

tegangan dan regangan yang lebih akurat dalam massa tanah. Dalam analisis stabilitas lereng menggunakan FEM, SF ditentukan melalui prosedur Reduksi Kuat Geser (*Strength Reduction Method*) hingga kondisi keruntuhan tercapai.

Metode rankine

Teori Tekanan Tanah Rankine merupakan konsep fundamental yang digunakan untuk menghitung besar dan distribusi tegangan lateral yang bekerja pada struktur Dinding Penahan Tanah (DPT), termasuk jenis Gravity Wall dan Cantilever Retaining Wall. Teori ini mengasumsikan kondisi dinding mulus (*smooth*) dan bahwa massa tanah telah mencapai kondisi keseimbangan plastis atau kondisi runtuh. Untuk mencari koefisien aktif dapat dilihat pada persamaan (2) berikut.

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (3)$$

Selanjutnya untuk mencari nilai tekanan aktif pada dinding penahan tanah dapat menggunakan persamaan (3) berikut.

$$P_a = 0,5 \gamma h^2 K_a \quad (4)$$

Apabila diatasnya terdapat beban merata digunakan perhitungan seperti pada persamaan (4) berikut.

$$P_a = q K_a h \quad (5)$$

Untuk mencari koefisien pasif dapat dilihat pada persamaan (5) berikut.

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (6)$$

Untuk mencari nilai tekanan pasif yang terjadi pada dinding penahan tanah menggunakan persamaan (6) berikut.

$$P_p = 2 c \sqrt{K_p} \times h \quad (7)$$

Dinding penahan tanah (DPT)

Dinding Penahan Tanah (DPT) adalah struktur yang dibangun untuk menahan tekanan lateral massa tanah dan mencegah keruntuhan lereng. Dalam penelitian ini, difokuskan pada perbandingan dua jenis

DPT yaitu, *gravity wall* dan *cantilever retaining wall*.

Gravity wall

gravity wall mengandalkan berat sendiri dan massa besar struktur untuk menahan tekanan lateral tanah. Struktur ini cocok untuk menahan tekanan tanah pada ketinggian relatif rendah hingga menengah, di mana stabilitasnya sangat bergantung pada berat sendiri dinding.

Cantilever retaining wall

Dinding Kantilever memanfaatkan momen lentur pada bagian *stem* (badan dinding), *heel* (tumit), dan *toe* (ujung kaki) untuk menahan tekanan tanah. Struktur ini lebih efisien untuk menahan tekanan pada ketinggian yang lebih besar dibandingkan *gravity wall* karena memanfaatkan berat tanah di atas *heel* untuk meningkatkan stabilitas.

Persyaratan stabilitas dinding penahan tanah

Perancangan DPT harus memenuhi kriteria stabilitas yang ditetapkan oleh standar nasional, dalam hal ini SNI 8460:2017 - Persyaratan Perancangan Geoteknik. Persyaratan stabilitas meliputi:

1. Stabilitas Geser (*Sliding*): Kemampuan dinding untuk menahan gaya geser horizontal yang didorong oleh tekanan aktif tanah. SF terhadap geser disyaratkan sebesar $>1,5$.

$$F_{gs} = \frac{\sum(wi) \tan \phi + B c' + Pp}{P_a} \quad (8)$$

2. Stabilitas Guling (*Overturning*): Kemampuan dinding untuk menahan momen yang menyebabkan struktur terguling ke depan. SF terhadap guling dihitung berdasarkan perbandingan momen penahan dan momen pengguling disyaratkan sebesar >2 .

$$\sum M_o = P_h \left(\frac{H}{3} \right) \quad (9)$$

$$FS_{gl} = \frac{\sum M_r}{\sum M_o} \quad (10)$$

3. Daya Dukung Tanah (*Bearing Capacity*)
Pemeriksaan terhadap tekanan yang ditransfer dari fondasi dinding ke tanah dasar, yang tidak boleh melebihi daya dukung ultimit tanah. SF daya dukung tanah disyaratkan sebesar >3 .

$$e = \frac{B}{2} \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V} \quad (11)$$

$$q_{max} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \quad (12)$$

$$Q_u = c'_2 N_c F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qd} F_{qi} + 0,5 \gamma B' N_\gamma F_{\gamma d} F_{\gamma i} \quad (13)$$

$$SF = \frac{Q_u}{q_{max}} \quad (14)$$

4. Stabilitas Global

Pemeriksaan stabilitas lereng secara keseluruhan, termasuk dinding dan massa tanah di sekitarnya, menggunakan metode analisis seperti FEM.

Analisis pembebanan seismik pseudo-statik

Pseudo-Statik digunakan untuk merepresentasikan gaya inersia yang dihasilkan oleh gempa. Gaya ini diperhitungkan sebagai beban horizontal (K_h) dan vertikal (K_v) tambahan pada massa tanah dan DPT. Analisis ini untuk memastikan bahwa SF DPT masih memenuhi batas kritis yang diizinkan pada kondisi dinamis.

Metode Penelitian

Lokasi

Penelitian ini dilakukan di Desa Sukaraharja, Kecamatan Kadupandak, Kabupaten Cianjur, Provinsi Jawa Barat sekitar $7^\circ 14' 47.4''S$ $106^\circ 58' 58.0''E$. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 1 dan 2 berikut.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel



Gambar 2. Lokasi pengambilan sampel

Alur penelitian

Alur penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah kritis, yaitu kondisi ketidakstabilan lereng eksisting di Desa Sukaraharja, Cianjur, yang dikonfirmasi melalui analisis awal dan pengumpulan data geoteknik lapangan-laboratorium. Data ini, yang mencakup klasifikasi tanah dan parameter kuat geser, kemudian digunakan sebagai input untuk tahap analisis stabilitas lereng eksisting. Analisis dilakukan menggunakan dua metode meliputi, metode keseimbangan batas Fellenius dan metode elemen hingga (PLAXIS 2D). Verifikasi hasil menunjukkan nilai *Safety Factor* (SF) berada di bawah batas aman ($SF < 1,5$), memvalidasi perlunya perkuatan. Selanjutnya, penelitian berfokus pada perancangan dan evaluasi perkuatan *gravity wall* dan *cantilever retaining wall*. Tahap selanjutnya adalah Analisis Stabilitas Global Pasca-Perkuatan menggunakan PLAXIS 2D, yang dilakukan pada kondisi statis dan kondisi dinamis (beban gempa pseudo-statik). Komparasi hasil SF global dari kedua DPT pada kondisi pembebanan dinamis digunakan sebagai dasar untuk merumuskan kesimpulan mengenai desain DPT yang efektif dan efisien untuk penanganan risiko longsor di lokasi penelitian.

Data penelitian

Dalam Penelitian ini terdiri dari 2 data seperti berikut.

1. Data hasil pengujian laboratorium dengan pengujian yang dilakukan mencakup uji properties tanah, analisis saringan, hydrometer, batas-batas konsistensi, dan Triaxial UU. Hasil pengujian laboratorium dapat dilihat pada Tabel 1.

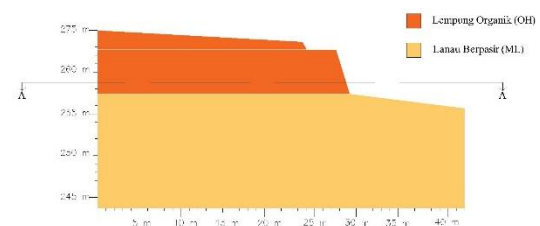
Tabel 1. Hasil pengujian laboratorium

Parameter Uji	Satuan	Hasil	
		UDS 1	UDS 2
Kadar air	%	40,14	24,23
Berat Jenis Tanah (Specific Gravity of Soil, G_s)		2,632	2,634
Berat volume tanah kering (dry density, ρ_d)	gr/cm ³	1,160	1,535
Berat volume tanah basah (wet density, ρ_w)	gr/cm ³	1,626	1,907
Angka Pori (Void ratio, e)		1,268	0,716
Porositas	%	55,908	41,732
Derajat kejenuhan (degree of Saturated, S)	%	0,83	0,89
Kandungan Krikil (Gravel part)	%	0,00	0,00
Kandungan Pasir (Sand part)	%	6,66	6,66
Kandungan Lanau (Silt part)	%	89,49	81,04
Kandungan Lempung (Clay part)	%	3,85	12,30
D10 (mm)	mm	0,05	0,01
D30 (mm)	mm	0,05	0,05
D60 (mm)	mm	0,30	0,06
Koefisien keseragaman, C_u		6,38	4,62
Koefisien gradasi, C_c		0,20	3,33
Passing #200	%	39,73	52,03
Batas cair (liquid limit, LL)	%	49,70	77,00
Batas plastis (plastic limit, PL)	%	41,90	48,48
Indek plastis (plasticity index, PI)	%	7,80	28,52
Batas Susut (Shrinkage limit, SL)	%	0,37	0,39
Aktivitas (PI/C, A)		2,03	2,318
Sudut Geser Dalam, ϕ	°	15,71	19,22
Kohesi, c	kg/cm ²	0,51	0,20

2. Data sekunder pada penelitian ini meliputi peta kontur dan potongan lereng seperti pada Gambar 3. dan 4.



Gambar 3. Peta kontur pengambilan sampel Desa Sukaraharja

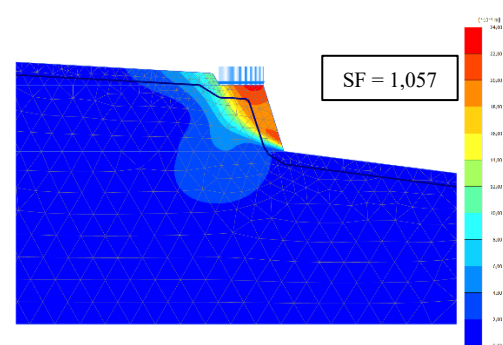


Gambar 4. Cross section lereng A-A

Analisis dan Pembahasan

Analisis stabilitas lereng eksisting

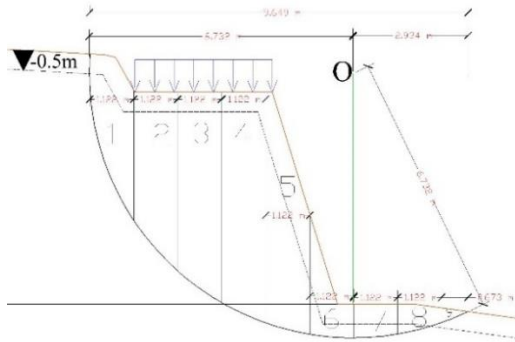
Analisis ini bertujuan untuk menentukan nilai *Safety factor* (SF) pada kondisi eksisting sebagai indikator tingkat kerentanan terhadap potensi longsor. Proses perhitungan dilakukan secara komputasi menggunakan perangkat lunak PLAXIS 2D seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Analisis lereng eksisting

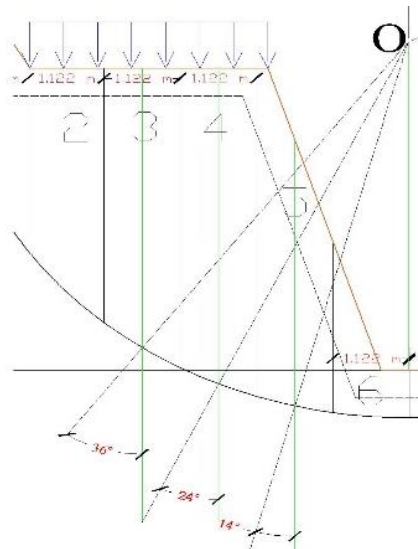
Melalui analisis ini, program PLAXIS secara otomatis menampilkan bidang gelincir paling kritis pada model yang dibuat. Nilai SF yang diperoleh sebesar 1,057. Sedangkan apabila mempertimbangkan beban pseudo static sebesar 0,25 diperoleh nilai sebesar <1.

Dilakukan juga analisis menggunakan metode Fellenius dengan menggunakan data pada Tabel 1. dan didapatkan bidang gelincir seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Potongan pias pada bidang gelincir lereng

Bidang gelincir longsor pada lereng tersebut terbagi menjadi 9 pias. Panjang total pada bidang gelincir sebesar 9,649 m dengan panjang tiap pias rata-rata sebesar 1,122 m. setelah itu mencari sudut tiap potongan pada bidang gelincir seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Sudut pada potongan pias bidang gelincir lereng

Selanjutnya dilakukan perhitungan manual dengan metode Fellenius dan didapatkan hasil rekapitulasi seperti pada Tabel 2.

1. Perhitungan berat irisan tanah (W)

$$\begin{aligned}
 W_1 &= \gamma \times A1 \\
 &= 19,15 \text{ kN/m}^3 \times 3,2 \text{ m}^2 \\
 &= 61.353 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$
2. Perhitungan radians

$$\begin{aligned}
 \text{Rad}_1 &= \alpha \times \frac{\pi}{180} \\
 &= 66^\circ \times \frac{\pi}{180} \\
 &= 1,152
 \end{aligned}$$
3. Perhitungan Sin α

$$\begin{aligned}
 \text{Sin } \alpha_1 &= \text{Sin (Rad1)} \\
 &= \text{Sin (1,152)} \\
 &= 0,914
 \end{aligned}$$
4. Perhitungan Cos α

$$\begin{aligned}
 \text{Cos } \alpha_1 &= \text{Cos (Rad1)} \\
 &= \text{Cos (1,152)} \\
 &= 0,407
 \end{aligned}$$
5. Perhitungan $\Delta \text{Ln (m)}$

$$\begin{aligned}
 \Delta \text{Ln } \alpha_1 &= \text{Panjang pias} \times \text{Cos} \\
 &= 1,122\text{m} \times 0,407 \\
 &= 2,759 \text{ m}
 \end{aligned}$$
6. Perhitungan Un

$$\begin{aligned}
 \text{Luas Irisan} \times \Delta \text{Ln} &= 2,759\text{m} \times 14,904\text{kN/m} \\
 &= 41,114 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$
7. Perhitungan Un x ΔLn

$$\begin{aligned}
 \text{Un} \times \Delta \text{Ln} &= 14,904 \text{ kN/m} \times 2,759 \text{ m} \\
 &= 41,114
 \end{aligned}$$
8. Perhitungan W x Sin α

$$\begin{aligned}
 W1 \times \text{Sin } \alpha &= 45,160 \text{ kN/m} \times 0,914 \\
 &= 619,98 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$
9. Perhitungan W x Cos α

$$\begin{aligned}
 W1 \times \text{Cos } \alpha &= 45,16\text{kN/m} \times 0,407 \\
 &= 18,368 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Tabel 2. Rekapitulasi perhitungan metode fellenius

Pias	Luas Irisan	Berat (Wn)	Luas Irisan Muka Air	Un	Sudut Irisan (αn)	Radians	sin αn	Cos αn	Panjang Bidang Gelincir (Δ Ln)	(Un.Δ Ln)	Wn Sin αn	Wn Cos αn
	m ²	(kN/m)	m ²	(kN/m)	(°)				(m)		(kN/m)	(kN/m)
1	3.20	61.353	2.367	23.220	66	1.152	0.914	0.407	2.759	64.054	56.049	24.954
2	4.46	85.315	3.8934	38.194	48	0.838	0.743	0.669	1.677	64.044	63.402	57.087
3	5.60	107.234	5.0387	49.430	36	0.628	0.588	0.809	1.387	68.552	63.031	86.754
4	6.33	121.237	5.6997	55.914	24	0.419	0.407	0.914	1.228	68.673	49.311	110.755
5	5.67	108.563	3.4116	33.468	14	0.244	0.242	0.970	1.156	38.700	26.264	105.338
6	1.727	33.064	0.4949	4.855	5	0.087	0.087	0.996	1.126	5.468	2.882	32.939
7	0.925	17.708	0.363	3.561	-5	-0.087	-0.087	0.996	1.126	4.011	-1.543	17.641
8	0.677	12.957	0.3102	3.043	-15	-0.262	-0.259	0.966	1.162	3.535	-3.353	12.515
9	0.131	2.507	0	0.000	-22	-0.384	-0.375	0.927	0.726	0.000	-0.939	2.324
Total Σ				211.685					12.347	317.037	255.102	450.308

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 2. Nilai SF didapat sebagai berikut.

$$F_s = \frac{\sum (c_l + (W \cos \alpha - u_l) \tan \phi)}{\sum W \sin \alpha}$$

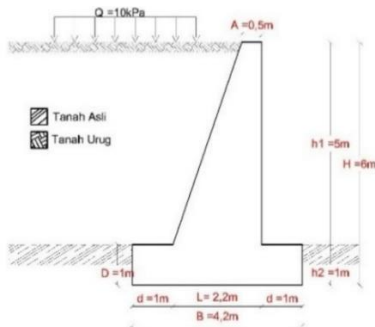
$$F_s = \frac{(16,67 \frac{kN}{m^2} \times 12,347m + (450,308 \frac{kN}{m} - 317,037) \tan 19,15)}{255,102}$$

$$F_s = 1,111$$

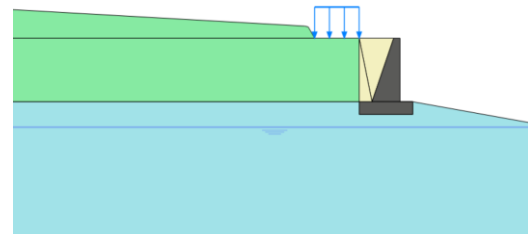
Berdasarkan hasil perhitungan SF menggunakan metode didapatkan nilai sebesar 1,111 sedangkan menggunakan PLAXIS 2D didapatkan nilai SF sebesar 1,057. Pada analisis menggunakan metode Fellenius dan PLAXIS 2D terdapat deviasi sebesar 0,054.

Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan gravity wall

Perancangan dinding penahan tanah tipe gravity wall ini dilakukan untuk mengetahui safety factor yang memenuhi syarat pada stabilitas yang ditinjau. Dengan melakukan penentuan dimensi dan analisis menggunakan PLAXIS V21 seperti pada Gambar 8. dan 9.

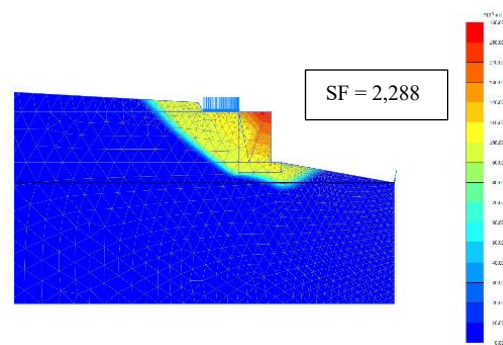


Gambar 8. Dimensi gravity wall



Gambar 9. Permodelan potongan melintang lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah pada PLAXIS V21

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan diperoleh (SF = 2,288) seperti pada Gambar 10. dan 11.

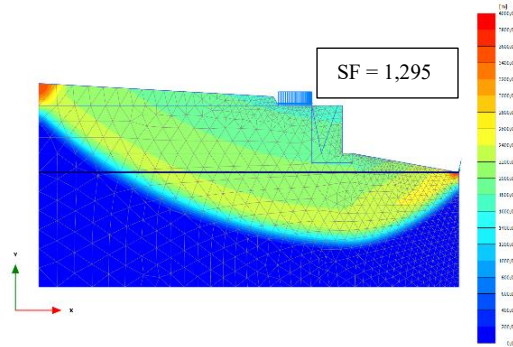


Gambar 10. Analisis SF stabilitas global gravity wall

Reached total time	4,000 day
CSP - Relative stiffness	-0,1129E-12
ForceX - Reached total force	0,000 kN
ForceY - Reached total force	0,000 kN
Pmax - Reached max pp	228,3 kN/m ²
ΣM _{stage} - Reached phase p	0,000
ΣM _{weight} - Reached weight	1,000
ΣM _{sf} - Reached safety fact	2,288

Gambar 11. Nilai SF stabilitas global tanpa beban gempa

Sedangkan dengan penambahan beban gempa diperoleh nilai ($SF = 1,295$) seperti pada gambar 12. Dan 13.



Gambar 12. Analisis SF stabilitas global dengan beban gempa

Reached total time	6,000 day
CSP - Relative stiffness	5,590E-12
ForceX - Reached total force	0,000 kN
ForceY - Reached total force	0,000 kN
Pmax - Reached max pp	208,6 kN/m ²
ΣM_{stage} - Reached phase p	0,000
ΣM_{weight} - Reached weight	1,000
ΣM_{sf} - Reached safety fact	1,295

Gambar 13. Nilai SF stabilitas global dengan beban gempa

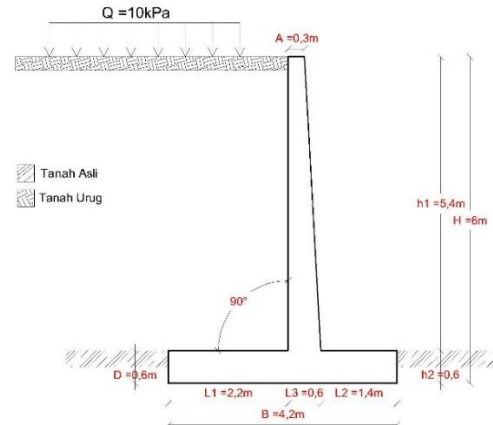
Berdasarkan hasil analisis yang didapat, lereng tersebut dikategorikan aman karena memenuhi persyaratan menurut SNI 8460:2017 sebesar $>1,5$ seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis stabilitas *gravity wall*

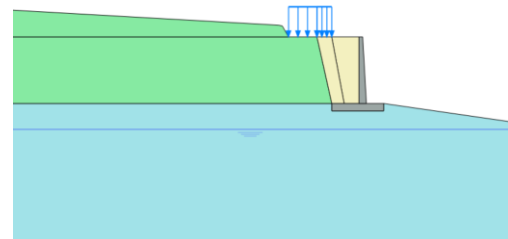
Stabilitas	Safety Factor (SF)	Syarat Safety Factor (SF)	Keterangan
Geser	3,120	1,5	Aman
Guling	4,726	2,0	Aman
Daya Dukung Tanah	3,924	3,0	Aman
Global	2,288	1,5	Aman
Dengan Gempa	1,295	1,1	Aman

Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan *cantilever wall*

Perancangan dinding penahan tanah tipe *cantilever wall* ini dilakukan untuk mengetahui *safety factor* yang memenuhi syarat pada stabilitas yang ditinjau. Dengan melakukan penentuan dimensi dan analisis menggunakan PLAXIS V21 seperti pada Gambar 14. dan 15.

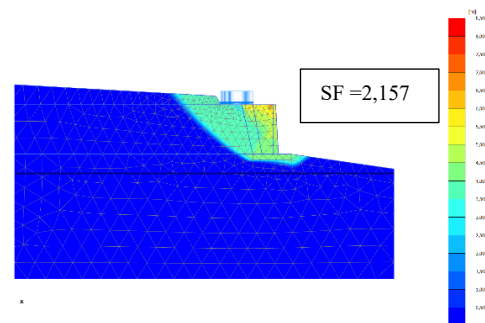


Gambar 14. Dimensi *cantilever wall*



Gambar 15. Penampang lereng *cantilever wall*

Dengan analisis yang dilakukan diperoleh $SF = 2,157$ seperti pada Gambar 16. Dan 17.

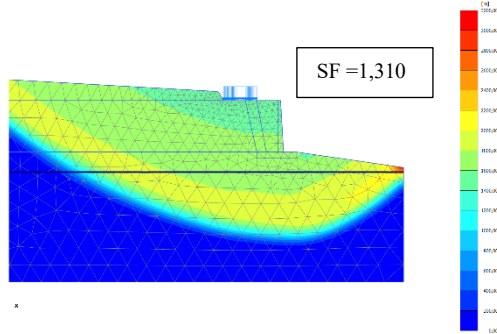


Gambar 16 Analisis stabilitas global *cantilever wall*

Reached total time	4,000 day
CSP - Relative stiffness	0,1418E-6
ForceX - Reached total force	0,000 kN
ForceY - Reached total force	0,000 kN
Pmax - Reached max pp	243,9 kN/m ²
ΣM_{stage} - Reached phase p	0,000
ΣM_{weight} - Reached weight	1,000
ΣM_{sf} - Reached safety fact	2,157

Gambar 17. Nilai SF Stabilitas Global *Cantilever Wall* Tanpa Beban Gempa

Sedangkan dengan penambahan beban gempa diperoleh nilai $SF = 1,310$ seperti pada gambar 18. Dan 19.



Gambar 18. Analisis stabilitas global *cantilever wall* dengan beban gempa

Reached total time	6,000 day
CSP - Relative stiffness	0,01171E-9
ForceX - Reached total force	0,000 kN
ForceY - Reached total force	0,000 kN
Pmax - Reached max pp	276,4 kN/m ²
ΣM_{stage} - Reached phase p	0,000
ΣM_{weight} - Reached weight	1,000
ΣM_{sf} - Reached safety fact	1,310

Gambar 19. Nilai SF stabilitas global dengan beban gempa

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, lereng dapat dikategorikan dalam kondisi aman karena telah memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 8460:2017 dan tersaji pada Tabel 4.

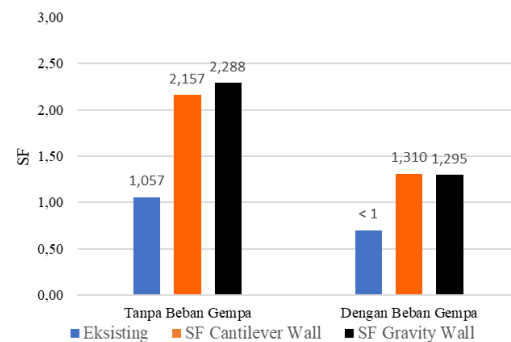
Tabel 4. Rekapitulasi stabilitas *cantilever wall*

Stabilitas	Safety Factor (SF)	Syarat Safety Factor (SF)	Keterangan
Geser	1,570	1,5	Aman
Guling	3,718	2,0	Aman
Daya Dukung Tanah	4.694	3,0	Aman
Global	2,157	1,5	Aman
Global Dengan Beban Gempa	1,283	1,1	Aman

Perbandingan nilai *safety factor* (SF) antara lereng eksisting, lereng dengan perkuatan *gravity wall* dan *cantilever wall* ditunjukkan pada Tabel 5. dan Gambar 20.

Tabel 5. Perbandingan nilai SF

	Eksisting	Gravity Wall	Cantilever Wall
Tanpa Beban Gempa	1,057	2,288	2,157
Dengan Beban Gempa	0,7	1,295	1,310



Gambar 20. Perbandingan nilai *safety factor* hasil analisis

Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan pada studi kasus yang sudah disajikan pada bab sebelumnya, kesimpulan yang diperoleh sebagai berikut.

Tanah pada lereng tinjauan di Desa Sukaraharja, Cianjur, Jawa Barat berjenis ML dengan keterangan lanau tak organik dan pasir sangat halus, serbuk batuan atau pasir halus berlanau atau berlempung dan OH dengan keterangan lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

Nilai SF lereng eksisting dengan program PLAXIS 2D V21 menghasilkan nilai 1,057 dan menggunakan metode Fellenius sebesar 1,111 yang dapat diartikan lereng mengalami kondisi kritis dan sesuai pada kondisi di lapangan yang mengalami *run off* pada kondisi hujan tinggi.

Analisis lereng yang dilakukan menggunakan perkuatan *gravity wall* dengan PLAXIS 2D V21 tanpa beban gempa didapat nilai *safety factor* (SF) sebesar 2,288 dan apabila mempertimbangkan beban gempa didapatkan nilai *safety factor* (SF) sebesar 1,295.

Analisis lereng yang dilakukan menggunakan perkuatan Dinding Penahan Tanah (DPT) tipe kantilever dengan

PLAXIS 2D V21 tanpa memperhitungkan beban gempa diperoleh nilai *safety factor* (SF) sebesar 2,157 dan nilai *safety factor* (SF) sebesar 1,310 dengan memperhatikan beban gempa.

Daftar Pustaka

- Artati, H. K., Amalina, A. N., Abma, V., Nafi', Z., & Gundawastratmaja, G. (2025). Percepatan gempa maksimum berdasarkan probabilistic seismic hazard analysis. *Jurnal Teknik*, 19(2), 13–20. doi:10.31849/pp0mes25.
- Bari, F., Repadi, J. A., Ismail, F. A., Andriani, & Hakam, A. (2021). Optimum height of the retaining gravity wall. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 708, 012020. doi:10.1088/1755-1315/708/1/012020.
- Bowles, J. E. (1977). *Foundation Analysis and Design*. New York: McGraw-Hill.
- Damara, A., Nugroho, A., & Putra, R. (2023). Analisis Stabilitas Lereng pada Proyek Jalan Tawang–Ngalang Menggunakan Dinding Kantilever. *Jurnal Geoteknik Terapan*. Yogyakarta.
- Darwis, D. I. H. (2018). *Dasar-Dasar Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Pena Indis.
- Darwis, M. (2018). *Geoteknik untuk Stabilitas Lereng dan Dinding Penahan Tanah*. Yogyakarta: UII Press.
- Das, B. M., & Sobhan, K. (2018). *Principles of Geotechnical Engineering* (9th ed.). Boston: Cengage Learning.
- Effendi, M. (2022). *Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah Beton Bertulang Kantilever (Studi Kasus: Proyek Jembatan Kenet, Bantul)* (Skripsi). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Analisis dan Perancangan Fondasi Bagian 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2017). *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Isdianto, I., & Agustina, D. H. (2023). Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan dinding penahan tanah menggunakan program PLAXIS (Studi kasus: Ruas Jalan Gesek–Simpang Busung, Kabupaten Bintan). *Sigma Teknika*, 6(2), 493–502.
- Islamey, M. R. (2022). *Analisis dinding penahan tanah dan fondasi tiang pancang untuk mendukung bangunan bertingkat* (Skripsi). Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Ramadhan, A. G., Sefrina, A., & Farichah, H. (2025). Stabilitas lereng perkuatan dinding penahan tanah menggunakan software GEO5 dan perhitungan empiris pada proyek Jalan Lintas Selatan Lot 1A STA 4+600. *Talenta Sipil*, 8(1), 205–213. doi:10.33087/talentasipilv8i1.814.
- Ridwan, F., & Yusa, M. (2019). *Penerapan Metode Elemen Hingga pada Konstruksi Geoteknik*. Jakarta: Penerbit Geoteknik Indonesia.
- Rizki, A., Syah Alam, B. Y. C. S., Khoirullah, N., Sophian, R. I., & Firmansyah, Y. (2023). Soil slope reinforcement using cantilever retaining wall on the West Ring Road of Sadawarna Dam, Subang District. *Journal of Geological Sciences and Applied Geology*, 7(3), 7–8.
- Sari, U. C., Sholeh, M. N., & Hermanto, I. (2020). The stability analysis study of conventional retaining walls variation design in vertical slope. *Journal of Physics: Conference Series*, 1444, 012053. doi:10.1088/1742-6596/1444/1/012053.
- Skempton, A. W. (1953). The colloidal activities of clays. In: *Proceedings of the 3rd ICSMFE*, I, 57–61. Zurich.
- Souhoka, V. J. F., Hamkah, & Istia, P. T. (2024). Stability analysis of cantilever-type soil retaining wall using PLAXIS method on Waipia-Saleman road section of Seram Island. *International Journal of Engineering and Science Applications*, 11(2), 68–74. <https://doi.org/10.18280/ijesca.123456>.
- Standar Nasional Indonesia. (2017). *SNI 8460:2017 - Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Terzaghi, K. (1948). *Theoretical Soil Mechanics*. New York: John Wiley & Sons.
- Virgo, B., Maulana, I., & Saputra, Y. (2018). Kohesi dan Sudut Geser dalam pada Tanah Lempung. *Jurnal Mekanika Tanah*, 4(2), 99–110.