

Penanggulangan Longsor Dengan Dinding Penahan Tanah Atau *Retaining Wall* (Ruas Muara Teweh-Benangin STA 50+800)

*Stephanus Alexsander¹, Fatma Sarie², Okta Meilawaty³, Yuan Hunter⁴
*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Palangka Raya
^{*)}stephanus@eng.upr.ac.id

Abstract

Landslides are the movement of slope-forming materials caused by slope instability, which is influenced by morphological factors, soil and rock physical-mechanical properties, and hydrological conditions. The landslide incident on the Muara Teweh-Benangin Road Section STA 50+800 highlights the importance of infrastructure planning that considers soil characteristics to ensure safety. This study aims to calculate the initial safety factor (SF) of the slope, analyze the modeling of a retaining wall, and evaluate changes in the safety factor after reinforcement. The research was conducted as a case study using secondary data obtained from field and laboratory tests, which were analyzed using the finite element method (FEM) with the aid of PLAXIS 2D software. The analysis results show that the initial slope safety factor (SF) was 2.169; however, a back analysis yielded an SF of 1.057, indicating an unstable condition with a high risk of landslide. Therefore, a cantilever-type retaining wall was designed with a height of 4 m, thickness of 0.2 m, heel length of 1.5 m, toe length of 1 m, base wall thickness of 0.4 m. Stability analysis after reinforcement demonstrated an increase in the safety factor (SF) to 1.690, indicating that the slope condition is safe from further landslide risks.

Keywords: *Landslide, Slope Stability, Finite Element Method (FEM), Retaining Wall, Safety Factor (SF)*

Abstrak

Longsor merupakan peristiwa bergeraknya material penyusun lereng akibat terganggunya kestabilan lereng, yang dipengaruhi oleh faktor morfologi, sifat fisik dan mekanik tanah, serta kondisi hidrologi. Kasus longsor yang terjadi pada Ruas Jalan Muara Teweh-Benangin STA 50+800 menunjukkan pentingnya perencanaan infrastruktur yang memperhatikan karakteristik tanah agar tidak membahayakan pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung nilai *safety factor* (SF) awal lereng, menganalisis pemodelan dinding penahan tanah (*retaining wall*), serta mengevaluasi perubahan nilai *safety factor* setelah diberi perkuatan. Penelitian dilakukan dengan pendekatan studi kasus menggunakan data sekunder hasil pengujian lapangan dan laboratorium yang dianalisis melalui metode elemen hingga (FEM) dengan bantuan program PLAXIS 2D. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai *safety factor* (SF) awal lereng sebesar 2,169, namun melalui *back analysis* diperoleh nilai SF sebesar 1,057 yang mengindikasikan kondisi tidak stabil dan berisiko tinggi longsor. Untuk itu direncanakan dinding penahan tanah tipe kantilever dengan spesifikasi tinggi 4 m, lebar 0,2 m, panjang *heel* 1,5 m, panjang *toe* 1 m, tebal dinding batang bawah 0,4 m. Analisis stabilitas lereng setelah diberi perkuatan menunjukkan peningkatan nilai *safety factor* (SF) menjadi 1,690, yang menandakan lereng telah berada dalam kondisi aman dari risiko kelongsoran.

Kata Kunci: Longsor, Kestabilan Lereng, Metode Elemen Hingga (FEM), Dinding Penahan Tanah/*Retaining Wall*, Faktor Keamanan (SF)

PENDAHULUAN

Longsor merupakan peristiwa pergerakan material penyusun lereng, seperti batuan, tanah, bahan rombakan, atau campuran material, yang bergerak ke bawah atau keluar dari lereng akibat terganggunya kestabilan lereng. Faktor-faktor yang memengaruhi kestabilan lereng meliputi kondisi morfologi (khususnya kemiringan lereng), keadaan fisik dan mekanik tanah maupun batuan, serta tata air atau kondisi hidrologi di sekitar lereng. Secara umum, longsor disebabkan oleh dua faktor utama, yaitu faktor pendorong dan faktor pemicu, yang dapat menurunkan kuat geser tanah sehingga lereng menjadi tidak stabil (Faizana et al., 2015).

Kuat geser tanah (*shear strength*) merupakan salah satu parameter penting dalam bidang geoteknik yang menunjukkan kemampuan internal tanah per satuan luas untuk menahan gaya geser sebelum mengalami keruntuhan atau deformasi. Faktor-faktor yang memengaruhi kuat geser tanah di antaranya adalah komposisi tanah, tekstur, tingkat kelembaban, kepadatan, serta struktur internal tanah. Pemahaman mengenai karakteristik kuat geser tanah ini menjadi sangat penting dalam merencanakan dan

membangun infrastruktur di atas tanah, termasuk bangunan jalan, yang memerlukan tingkat keamanan memadai agar tidak membahayakan pengguna jalan (Hakam et al., 2010).

Kejadian longsor pada ruas jalan Muara Teweh-Benangin STA 50+800 dengan kedalaman sekitar 15 meter dan panjang 30 meter menunjukkan dampak negatif yang signifikan. Longsor tersebut tidak hanya mengancam keselamatan pengguna jalan, tetapi juga menyebabkan kerusakan infrastruktur yang berpotensi mengganggu aksesibilitas dan transportasi di wilayah tersebut. Oleh karena itu, diperlukan upaya penanggulangan yang tepat, salah satunya dengan membangun dinding penahan tanah (*retaining wall*) yang dianalisis menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method*/FEM). Struktur ini dirancang untuk menahan tekanan lateral tanah di belakangnya sehingga mampu meningkatkan kestabilan lereng dan mengurangi risiko longsor di lokasi tersebut.

METODE

Penelitian ini berfokus pada analisis stabilitas lereng dengan pendekatan studi kasus, bertujuan untuk memahami kondisi lereng dan mengidentifikasi solusi

untuk mencegah potensi longsor di masa depan. Data yang digunakan diperoleh dari pengujian lapangan dan hasil laboratorium, yang kemudian akan dianalisis menggunakan metode elemen hingga melalui program PLAXIS. Kegiatan penelitian dilaksanakan di lereng jalan di jalan Muara Teweh – Benangin Sta 50+800 Desa Benangin, Kecamatan Teweh Timur, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah.

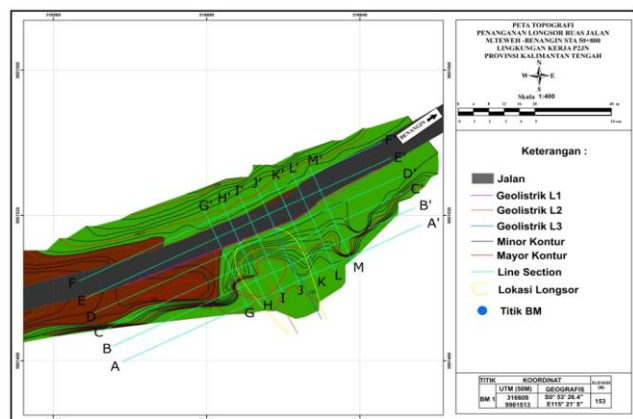
Adapun rangkaian analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Analisis kelongsoran pada daerah penelitian guna memperoleh nilai *safety factor* (SF) awal
- Melakukan permodelan dinding penahan tanah/*retaining wall* pada lereng yang mengalami kelongsoran,
- Analisis dinding penahan tanah/*retaining wall* pada lereng yang mengalami kelongsoran guna memperoleh nilai *safety factor* (SF) yang memenuhi.

Dalam analisis stabilitas perkuatan lereng menggunakan PLAXIS 2D, perkuatan *cerucuk* (tiang kayu) yang mungkin telah digunakan sebagai penahan sementara (atau perkuatan awal) diabaikan atau dibongkar setelah konstruksi dinding penahan tanah tipe kantilever selesai. Analisis dan perhitungan Faktor Keamanan (SF) akhir hanya mewakili kontribusi dari dinding penahan tanah kantilever yang dirancang secara permanen. Pengabaian ini bertujuan untuk mendapatkan penilaian konservatif (aman) terhadap kinerja struktur utama tanpa mengandalkan kontribusi dari elemen perkuatan yang sifatnya kurang permanen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

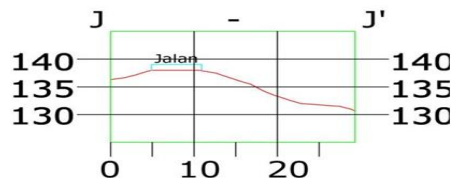
Untuk mengetahui penyebab terjadinya longsor pada ruas jalan Muara Teweh–Benangin STA 50+800 di Desa Benangin, Kecamatan Teweh Timur, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah, perlu dilakukan analisis terhadap peta topografi lereng yang diamati. Analisis peta topografi ini bertujuan untuk memudahkan dalam mengidentifikasi lereng yang mengalami longsor seperti pada Gambar 1.



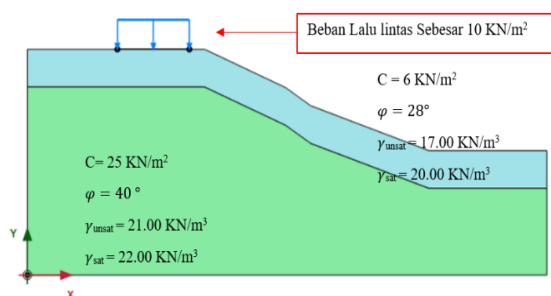
Gambar 1. Peta Topografi Ruas Jalan Muara Teweh Benangin STA 50+800 (Kanan)
Sumber: P2JN Provinsi Kalimantan Tengah (2017)

Analisis Bentuk Bidang Longsor dan Penentuan Nilai (SF) Awal dengan PLAXIS 2D

Pemodelan lereng yang terdampak longsor pada ruas jalan Muara Teweh Benangin STA 50+800 (gambar 3) ini didasarkan pada bentuk geometri potongan J–J' Gambar 2.



Gambar 2. Potongan Melintang J-J'
Sumber: P2JN Provinsi Kalimantan Tengah (2017)



Gambar 3. Pemodelan Lereng
Sumber: Hasil Analisis (2025)

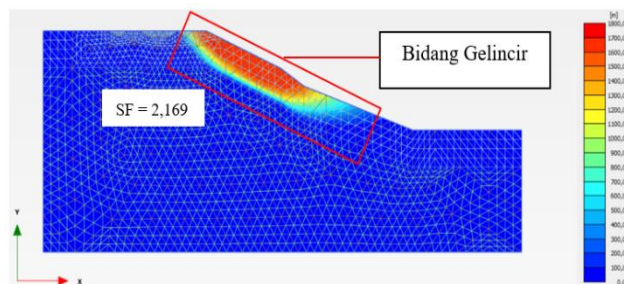
Pemodelan lereng diatas menggunakan parameter tanah pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Korelasi Parameter Tanah

Kedalaman N-SPT (m)	Konsistensi	ν (nu)	c (kN/m²)	E_{net} (kN/m²)	E_{50} (kN/m²)	E_{ur} (kN/m²)	ϕ (°)	ψ (°)	γ_{sat} (kN/m³)	γ_{unsat} (kN/m³)
0,0 - 2,0	8 Medium Soft	0,25	6	7245	7245	21735	28	0	20,00	17,00
2,0 - 4,0	70 Very Hard	0,25	25	62100	62100	18630	40	10	22,00	21,00
4,0 - 6,0	79 Very Hard	0,25	25	62100	62100	18630	40	10	22,00	21,00
6,0 - 8,0	88 Very Hard	0,25	25	62100	62100	18630	40	10	22,00	21,00
8,0 - 10,0	88 Very Hard	0,25	25	62100	62100	18630	40	10	22,00	21,00
10,0 - 12,0	93 Very Hard	0,25	25	62100	62100	18630	40	10	22,00	21,00

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Setelah pemodelan selesai, maka program akan mengkalkulasi pemodelan yang telah dibuat sebelumnya untuk mengetahui bentuk bidang longsor dan memperoleh nilai *safety factor* (SF) pada lokasi longsor.

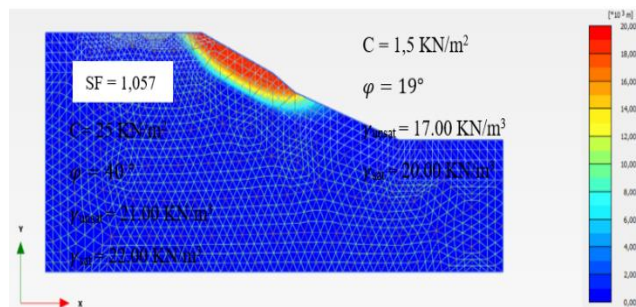


Gambar 4. Bidang Gelincir Awal
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Reached values	
Reached total time	0,000 day
CSP - Relative stiffness	-0,160 1E-9
ForceX - Reached total force	0,000 kN/m
ForceY - Reached total force	0,000 kN/m
Pmax - Reached max pp	0,000 kN/m ²
ΣM_{stage} - Reached phase p	0,000
ΣM_{weight} - Reached weight	1,000
ΣM_{sf} - Reached safety fact	2,169

Gambar 5. Nilai *Safety Factor* (SF) Awal
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Berdasarkan Gambar 4, dapat dilihat bahwa pada lereng yang telah mengalami longsor dan dilakukan analisis kembali diperoleh pada lereng masih terbentuk bidang gelincir pada tubuh lereng. Namun lereng masih dalam kondisi aman, ditunjukkan dengan nilai SF sebesar 2,169 pada Gambar 5, tetapi kenyataan yang terjadi di lapangan mengalami longsor. Maka dilakukan back analysis guna mendapatkan pemodelan yang paling mendekati kondisi di lapangan.



Gambar 6. Bidang Gelincir *Back Analysis* Akhir
Sumber: Hasil Analisis (2025)

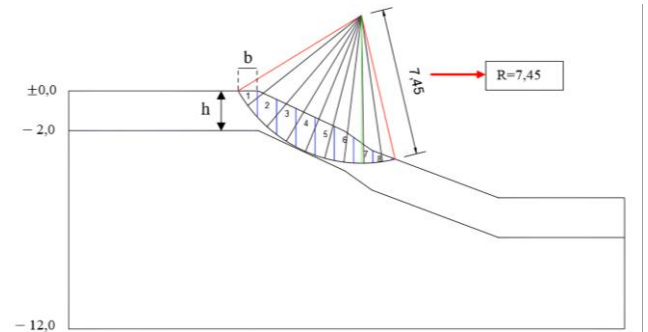
Reached values	
Reached total time	0,000 day
CSP - Relative stiffness	1,994E-12
ForceX - Reached total force	0,000 kN/m
ForceY - Reached total force	0,000 kN/m
Pmax - Reached max pp	0,000 kN/m ²
ΣM_{stage} - Reached phase p	0,000
ΣM_{weight} - Reached weight	1,000
ΣM_{sf} - Reached safety fact	1,057

Gambar 7. Nilai *Safety Factor* (SF) *Back Analysis* Akhir
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Hasil akhir dari *back analysis* akhir menunjukkan bahwa jenis longsor tersebut yaitu longsor rotasi berbentuk melengkung (*circular slip surface*) pada kedalaman 3,62 m dengan nilai *safety factor* 1,057. Nilai ini menunjukkan bahwa lereng berada dalam kondisi tidak stabil dan berisiko tinggi mengalami longsor. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa hasil pemodelan lereng sudah cukup mendekati kondisi sebenarnya di lapangan.

Sebagai perbandingan dalam menentukan nilai *safety factor* (SF) pada analisis stabilitas lereng, digunakan perhitungan manual dengan metode *Bishop*. Metode ini menghitung kestabilan lereng dengan cara membagi bidang gelincir menjadi beberapa irisan vertikal, kemudian dilakukan perhitungan menggunakan pendekatan *trial and error*. Proses *trial and error* diperlukan untuk memperoleh

bidang longsor dengan nilai faktor keamanan paling kecil. Dalam penelitian ini, bidang gelincir dibagi menjadi 8 irisan dengan lebar yang sama, yaitu 1 m pada arah horizontal.



Gambar 8. Analisis Nilai *Safety Factor* (SF) Dengan Metode *Bishop*
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Adapun data properti tanah yang digunakan dalam metode *Bishop* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Properti Tanah Dalam Metode *Bishop*

Parameter	Simbol	Nilai	Satuan
Berat volume jenuh tanah	γ_{sat}	20	kN/m ³
Berat volume air	γ_{water}	10	kN/m ³
Berat volume efektif	γ'	10	kN/m ³
Sudut geser dalam	ϕ	19	°
Kohesi	c	1.5	kN/m ²

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Tabel 3. Perhitungan Metode *Bishop*

No.	b	h1	h2	α	W1	W2	Wtotal	Sin α
Irisan	m	m	m	°	$\gamma b h_1$ (kN)	$\gamma b h_2$ (kN)	W1 + W2 (kN)	°
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1.00	1.320	0.00	52.00	13.20	0.00	13.20	0.79
2	1.00	1.770	0.00	41.00	17.70	0.00	17.70	0.66
3	1.00	1.940	0.00	32.00	19.40	0.00	19.40	0.53
4	1.00	1.910	0.00	23.00	19.10	0.00	19.10	0.39
5	1.00	1.730	0.00	15.00	17.30	0.00	17.30	0.26
6	1.00	1.290	0.00	7.00	12.90	0.00	12.90	0.12
7	1.00	0.600	0.00	1.00	6.00	0.00	6.00	0.02
8	1.00	0.090	0.00	8.00	0.90	0.00	0.90	0.14

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Tabel 4. Perhitungan Metode *Bishop*

No.	A	hw	Uw	b Uw	Wtot - bu	(Wtot - bu) tan ϕ	c'b	B (14 + 15)
Irisan	Wtot Sin α	M	hw γ_w	kN	kN	kN	kN	kN
	9	10	11	12	13	14	15	16
1	10.40	0.00	0.00	0.00	13.20	4.55	1.50	6.05
2	11.61	0.00	0.00	0.00	17.70	6.09	1.50	7.59
3	10.28	0.00	0.00	0.00	19.40	6.68	1.50	8.18
4	7.46	0.00	0.00	0.00	19.10	6.58	1.50	8.08
5	4.48	0.00	0.00	0.00	17.30	5.96	1.50	7.46
6	1.57	0.00	0.00	0.00	12.90	4.44	1.50	5.94
7	0.10	0.00	0.00	0.00	6.00	2.07	1.50	3.57
8	0.13	0.00	0.00	0.00	0.90	0.31	1.50	1.81

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Tabel 5. Perhitungan *Safety Factor* Metode *Bishop*

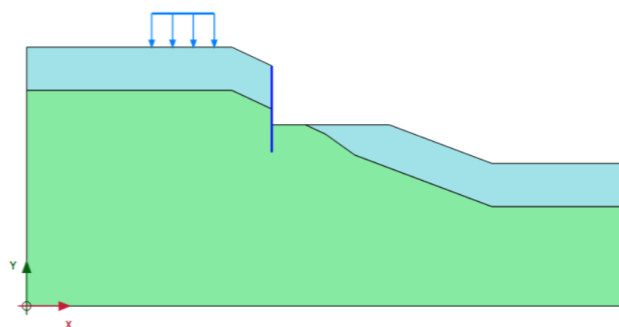
No. Irisan	M		D (16/17)		<i>Safety Factor</i>	
	1	1.05	1	1.05	F1	F2
	17(a)	17(b)	18(a)	18(b)	19(a)	19(b)
1	0.58	0.56	10.40	10.79		
2	0.65	0.63	11.61	12.07		
3	0.80	0.76	10.28	10.70		
4	1.08	1.04	7.46	7.76		
5	1.67	1.60	4.48	4.65	1.000	1.03918
6	3.78	3.64	1.57	1.63		
7	34.05	33.11	0.10	0.11		
8	14.45	14.33	0.13	0.13		

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Dari Pehitungan nilai *safety factor* diatas dengan metode *Bishop* didapat nilai percobaan awal dengan faktor aman $F = 1,00$ diperoleh $F_1 = 1,0000$ dan percobaan kedua dengan faktor aman $F = 1,05$ diperoleh $F_2 = 1,0391$. Jadi SF_{Bishop} dari lereng tersebut adalah $SF = 1,00$.

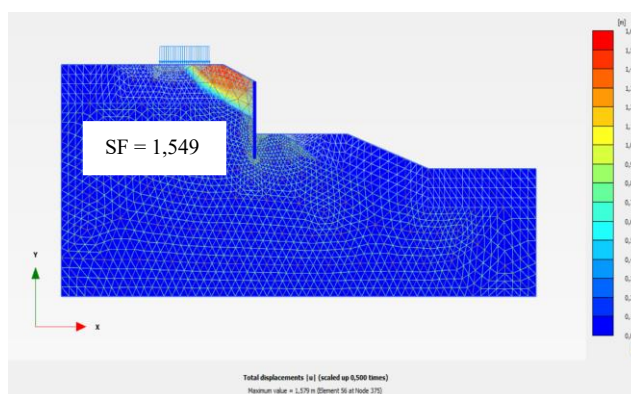
Analisis Faktor Keamanan Pemotongan Lereng

Sebelum dilakukannya pemasangan dinding penahan tanah dilakukan terlebih dahulu pemotongan dan pemasangan cerucuk ukuran 8×8 cm dengan panjang 4 m pada lereng agar dinding penahan tanah (*retaining wall*) dapat dipasang dengan baik dan sesuai perencanaan. Pemasangan cerucuk ini bertujuan untuk meningkatkan kestabilan lereng sementara serta membantu menahan tekanan lateral tanah sebelum dinding penahan tanah dibangun. Cerucuk berfungsi sebagai elemen perkuatan tanah yang mampu meningkatkan daya dukung dan tahanan geser tanah dengan cara memotong bidang gelincir serta menyalurkan gaya dorong ke lapisan tanah yang lebih stabil di bawahnya. Sistem cerucuk bekerja berdasarkan prinsip interaksi antara tanah dan elemen tiang yang ditanam secara vertikal di dalamnya, di mana cerucuk berperan sebagai elemen pasif yang menahan gaya lateral akibat tekanan tanah dan gaya geser lereng. Menurut Mochtar (2000) dan Rusdiansyah (2016), kemampuan cerucuk dalam menahan gaya geser bergantung pada kekakuan material, kedalaman tancapan, serta jarak antar cerucuk yang menentukan distribusi tegangan tanah di sekitarnya. Cerucuk yang menembus lapisan tanah stabil akan menambah gaya tahan horizontal sehingga mampu meningkatkan faktor keamanan lereng (*Safety Factor*, SF). Berdasarkan Pedoman Stabilisasi Dangkal Tanah Lunak untuk Konstruksi Timbunan Jalan (Kementerian PUPR, 2021) dan SNI 8460:2017, pemasangan cerucuk harus direncanakan agar ujungnya menembus lapisan stabil di bawah bidang gelincir dengan jarak antar cerucuk yang memadai untuk mendistribusikan beban tanah secara merata. Dengan demikian, pemasangan cerucuk kayu berukuran 8×8 cm dan panjang 4 m pada penelitian ini diharapkan mampu memperkuat kestabilan lereng serta memberikan dukungan yang cukup bagi konstruksi dinding penahan tanah.



Gambar 9. Lereng Setelah Dilakukan Pemotongan Dan Pemasangan Cerucuk

Sumber : Hasil Analisis (2025)



Gambar 10. Bidang Gelincir Setelah Dipasang Penahan Sementara/Cerucuk

Sumber : Hasil Analisis (2025)

Reached values	
Reached total time	0,000 day
CSP - Relative stiffness	0,01094
ForceX - Reached total force	0,000 kN/m
ForceY - Reached total force	0,000 kN/m
Pmax - Reached max pp	0,000 kN/m ²
ΣM_{stage} - Reached phase p	0,000
ΣM_{weight} - Reached weight	1,000
ΣM_{sf} - Reached safety fact	1,549

Gambar 11. Nilai *Safety Factor* (SF) Setelah Dilakukan Pemotongan

Sumber : Hasil Analisis (2025)

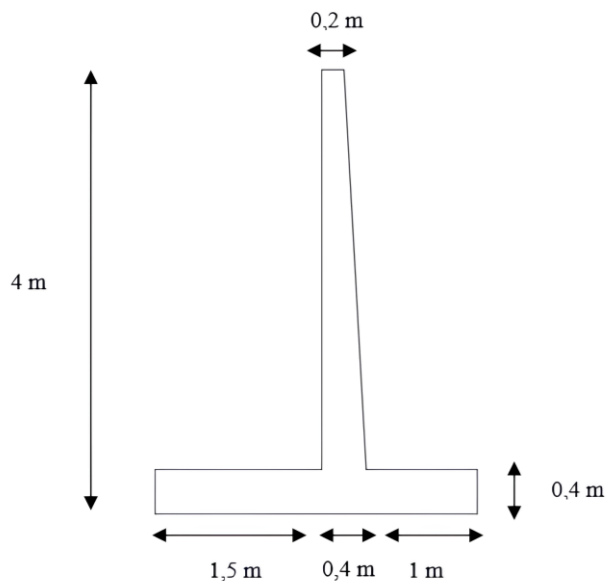
Pemodelan dan Perhitungan Dinding Penahan Tanah

Setelah dilakukan pemotongan pada lereng maka dinding penahan tanah dimodelkan dengan bantuan program PLAXIS 2D. Posisi dinding penahan tanah tipe kantilever ini direncanakan berada di tengah bidang gelincir dengan tujuan untuk memotong bidang gelincir tersebut. Pemotongan bidang gelincir ini akan memberikan tambahan gaya geser yang dapat meningkatkan stabilitas lereng secara keseluruhan. Parameter dinding penahan tanah/*retaining wall* dapat dilihat pada Tabel 6. Setelah itu dilakukan permodelan dan penginputan pada program PLAXIS 2D.

Tabel 6. Parameter Dinding Penahan Tanah

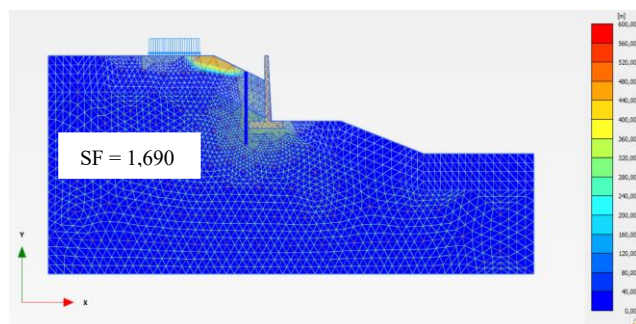
Parameter	Nilai
Tinggi Dinding (H) (m)	4
Rata-Rata Tebal Dinding (m)	0,4
Heel (m)	1,5
Toe (m)	1
Modulus Elastisitas (E) kN/m ²	22,5
Berat Jenis Beton kN/m ³	24,00
Poisson ratio (v)	0,25

Sumber: Hasil Analisis (2025)



Gambar 12. Desain Dinding Penahan Tanah/Retaining Wall Tipe Kantilever
Sumber: Hasil Analisis (2025)

Dari permodelan dinding penahan tanah/retaining wall yang telah direncanakan menghasilkan bentuk bidang gelincir yang mengecil dapat dilihat pada Gambar 13 dan meningkatkan nilai *safety factor* (SF) lereng tersebut dari 1,057 menjadi 1,690 dapat dilihat pada Gambar 14. Nilai *safety factor* (SF) yang diperoleh memenuhi syarat $SF \geq 1,25$, artinya penanggulangan longsor dengan dinding penahan tanah/retaining wall efektif untuk memperkuat lereng tersebut.



Gambar 13. Bentuk Bidang Gelincir Dengan Perkuatan Dinding Penahan Tanah/Retaining Wall
Sumber: Hasil Analisis 2025

Reached values	
Reached total time	0,000 day
CSP - Relative stiffness	0,7709E-9
ForceX - Reached total force	0,000 kN/m
ForceY - Reached total force	0,000 kN/m
Pmax - Reached max pp	0,000 kN/m ²
ΣM_{stage} - Reached phase p	0,000
ΣM_{weight} - Reached weight	1,000
ΣM_{sf} - Reached safety fact	1,690

Gambar 14. Nilai *Safety Factor* (SF) Setelah Dipasang Perkuatan Dinding Penahan Tanah/Retaining Wall
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Desain dinding penahan tanah tipe kantilever harus memenuhi tiga kriteria stabilitas utama, yaitu stabilitas terhadap guling (*overturning*), geser (*sliding*), dan daya dukung tanah. Kontrol ini dilakukan berdasarkan standar SNI/ASTM/AASHTO dengan Faktor Keamanan Izin SF minimum 1,5

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh bidang gelincir pada tubuh lereng dengan nilai *safety factor* (SF) awal sebesar 2,169 yang menunjukkan kondisi lereng aman, namun pada kenyataannya di lapangan terjadi longsor. Oleh karena itu dilakukan *back analysis* yang menunjukkan bahwa jenis longsor tersebut adalah longsor rotasi berbentuk melengkung (*circular slip surface*) pada kedalaman 3,62 m dengan nilai *safety factor* sebesar 1,057, sehingga kondisi lereng tergolong kritis. Berdasarkan hasil analisis lebih lanjut, lereng yang mengalami longsor memerlukan perkuatan berupa dinding penahan tanah (*retaining wall*) dengan dimensi tinggi 4 m, lebar 0,2 m, panjang *heel* 1,5 m, panjang *toe* 1 m, serta tebal dinding batang bawah 0,4 m. Setelah dilakukan perkuatan dengan dinding penahan tanah tersebut, nilai *safety factor* meningkat dari kondisi kritis 1,057 menjadi 1,690. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *safety factor* telah memenuhi kriteria keamanan dan lereng dinyatakan stabil serta aman dari risiko longsor lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Eko, Putra & Andre, 2017. *Pemanfaatan Serat Aluminium Dari Usaha Mikro Menengah Di Kec. Tampar Sebagai Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Beton*. Riau: s.n.
- Faizana, F., Nugraha, A. L. & Yuwono, B. D., 2015. *Pemetaan Risiko Bencana Tanah Longsor*. Volume Volume 4, pp. 223-234.
- Hakam, A., Yuliet, R. & Donal, R., 2010. *Studi Pengaruh Penambahan Tanah Lempung Pada Tanah Pasir Pantai Terhadap Kekuatan Geser Tanah*. Volume Volume 6, pp. 11-22.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Analisis & Perancangan Fondasi II*.
- Hardiyatmo, H. C. (2011). *Analisis dan Perancangan FONDASI I, Edisi kedua*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

- Mau, J., Rasidi, N. & Hanggara, I., 2017. *Studi Penentuan Faktor Keamanan Stabilitas Lereng Menggunakan Metode Fellinius Dan Bishop Pada Dinding Penahan Batu Kali Di Jl. Raya Beji Puskesmas Kota Batu*. s.l.:Eureka : Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil Dan Teknik Kimia.
- Rajagukguk, O. C. P., A.E, T. & Monintja, S., 2014. Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Bishop (Studi Kasus: Kawasan Citraland sta.1000m). Volume Vol.2, pp. 139-147.
- Ramadhan, M. S., Gazali, A. & Adawiyah, R., 2021. *Perencanaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever Wall Pada Akses Jalan Pulau Balang - Penajam Paser Utara - Kota Balikpapan Provinsi Kalimantan Timur*. pp. 1-11.
- Setiawan, H., 2011. *Perbandingan Penggunaan Dinding Penahan Tanah Tipe Kantilever*. Volume Vol. 1, pp. 88-95.
- Turangan, V. G. M. P. A., Sompie & O.B.A, 2014. Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius (Studi Kasus: Kawasan Citraland). Volume Volume 2, pp. 37-46.
- Alfana, S., Assafira, R. R. A., Situmorang, A., & Masvika, H. (2024). Analisis Stabilitas Lereng dengan Dinding Penahan Tanah menggunakan Perhitungan Manual dan ASDIP Retain v. 4.7. 6. *Teknika*, 19(1), 26-37.
- Hakam, A., & Mulya, R. P. (2011). Studi Stabilitas Dinding Penahan Tanah Kantilever Pada Ruas Jalan Silaing Padang-Bukittinggi Km 64+ 500. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 7(1), 57-74.
- 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.
- Zakaria, Z., 2009. *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Jawa Barat: s.n.
- Mochtar, N.E. (2000). Analisis Kekuatan Lateral Tiang Cerucuk pada Lereng Tanah Lunak. Bandung: ITB Press.
- Rusdiansyah, R. (2016). Asumsi Sistem Cerucuk sebagai Alternatif Solusi dalam Penanganan Kelongsoran Lereng Jalan di Atas Tanah Lunak. Prosiding Seminar Nasional Geoteknik 2016, Universitas Lambung Mangkurat.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR). (2021). Pedoman Stabilisasi Dangkal Tanah Lunak untuk Konstruksi Timbunan Jalan. Direktorat Jenderal Bina Marga.