



Terbit *online* pada laman web jurnal :  
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

# SAINSTEK

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



## Rekayasa Stabilitas Lereng Dengan Pembuatan Trap Dari Tinjauan Faktor Aman

Muhammad Toyeb<sup>a</sup>, Zainuri<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Manajemen Rekayasa, Sekolah Pascasarjana, Universitas Lancang Kuning, 28265, Indonesia

<sup>b</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning, 28265, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

#### Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 14 April 2026

Revisi Akhir: 11 Juni 2026

Diterbitkan *Online*: 27 Juni 2026

### KATA KUNCI

Faktor Keamanan, Lereng, Stabilitas, Trap

### KORESPONDENSI

Telepon: -

E-mail: [mtoyeb@gmail.com](mailto:mtoyeb@gmail.com)

### ABSTRACT

Stabilitas lereng merupakan aspek penting dalam rekayasa geoteknik, khususnya pada wilayah perbukitan yang rentan terhadap longsor akibat pengaruh beban tanah dan kondisi hidrologi. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh penerapan trap sebagai sistem rekayasa pengendali longsor terhadap peningkatan stabilitas lereng. Metode yang digunakan adalah analisis keseimbangan batas dengan pendekatan Bishop. Lereng dibagi menjadi 12 irisan dan dianalisis untuk kondisi lereng asli dan dengan trap. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi lereng asli diperoleh faktor keamanan sebesar 1.57, yang menunjukkan kondisi lereng stabil. Namun pada lereng asli ini memiliki potensi kerentanan longsor terhadap perubahan lingkungan karena mendekati syarat teknis 1.5. Setelah penerapan trap pada lereng asli, terjadi penurunan gaya pendorong dari 518,10 kN menjadi 402,85 kN, dan meningkatnya faktor keamanan menjadi 1,81. Peningkatan ini disebabkan oleh berkurangnya massa tanah di zona kritis lereng, sehingga komponen gaya pendorong sepanjang bidang longsor menurun secara signifikan. Selain meningkatkan stabilitas secara mekanis, trap juga berperan dalam mengendalikan aliran permukaan dan mengurangi potensi erosi, sehingga memberikan manfaat tambahan dalam menjaga kestabilan jangka panjang. Dengan demikian, cara trap dapat menjadi alternatif solusi rekayasa yang efektif, ekonomis, dan berwawasan lingkungan dibandingkan metode perkuatan konvensional berbasis beton. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan metode mitigasi longsor yang lebih berkelanjutan, khususnya pada lereng diperbukitan.

## 1. PENDAHULUAN

Stabilitas lereng merupakan salah satu isu penting dalam bidang geoteknik, terutama di wilayah perbukitan yang memiliki karakteristik topografi curam, kondisi tanah yang relatif lunak, serta dinamika hidrologi yang kompleks. Kondisi ini menjadikan lereng alami maupun lereng buatan sangat rentan terhadap kegagalan berupa kejadian longsor. Dimana kejadian longsor ini masuk kedalam kategori risiko tinggi [1]. Fenomena longsor tidak hanya menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan, tetapi juga berdampak pada kerusakan infrastruktur, degradasi

lingkungan, serta korban jiwa [2]. Sepanjang tahun 2004 – 2016, lebih dari 55,000 orang kehilangan nyawa karena longsor dan ini tidak termasuk kematian akibat longsor yang dipicu oleh gempa [3]. Oleh karena itu, upaya rekayasa stabilitas lereng menjadi kebutuhan yang mendesak, baik dalam konteks pembangunan infrastruktur maupun mitigasi bencana.

Secara teknis, kestabilan lereng dipengaruhi oleh keseimbangan antara gaya penahan dan gaya pendorong. Faktor-faktor seperti kohesi tanah, sudut geser dalam, berat volume tanah, serta kondisi hidrologi memiliki peran dominan dalam menentukan nilai faktor keamanan (*factor*

*of safety*). Vegetasi dan kondisi hidrologi sebagai faktor signifikan yang mempengaruhi perilaku tanah dalam terjadinya kelongsoran [4]. Pengaruh air akibat infiltrasi air hujan, merupakan salah satu faktor penyebab utama terjadinya penurunan stabilitas lereng. Air yang meresap ke dalam tanah akan meningkatkan tekanan air pori dan menurunkan tegangan efektif, sehingga mengurangi kekuatan geser tanah. Meningkatnya tekanan air pori menunjukkan penurunan kekuatan tanah dengan melemahnya sudut gesek internal [5]. Dalam kondisi tertentu, peningkatan tekanan air pori ini dapat memicu terjadinya kegagalan lereng secara tiba-tiba.

Pendekatan konvensional dalam penanganan stabilitas lereng umumnya dilakukan melalui penggunaan struktur perkuatan berbasis material keras, seperti dinding penahan tanah (*retaining wall*), perkuatan dengan beton bertulang, *soil nailing*, serta penggunaan geosintetik. Dinding penahan tanah seperti *gravity wall*, memiliki keunggulan pada berat strukturnya yang mempengaruhi stabilitas lereng berdasarkan dimensi [6]. Metode-metode tersebut secara teknis terbukti mampu meningkatkan stabilitas lereng dengan cara menambah gaya penahan atau mengurangi gaya pendorong. Namun demikian, pendekatan ini memiliki sejumlah keterbatasan, terutama dari segi biaya konstruksi yang relatif tinggi, kebutuhan teknologi dan tenaga ahli, serta dampak lingkungan yang ditimbulkan.

Kemudian penggunaan struktur beton cenderung mengubah karakter alami lereng, mengurangi kemampuan infiltrasi alami tanah, serta berpotensi menimbulkan masalah lingkungan jangka panjang seperti perubahan pola aliran air dan degradasi ekosistem lokal. Penggunaan struktur beton seperti jenis dinding kantilever dan tiang dinilai tidak ekonomis dari segi biaya [7].

Seiring dengan berkembangnya paradigma pembangunan berkelanjutan, muncul kebutuhan untuk mengembangkan metode rekayasa yang tidak hanya efektif secara teknis, tetapi juga ekonomis dan ramah lingkungan. Pendekatan berbasis *nature-based solutions* atau rekayasa berbasis proses alami perlu dipromosikan. Salah satu pendekatan yang potensial dalam stabilitas lereng adalah pemilihan cara trap, dimana cara ini merupakan sistem yang dirancang untuk mengendalikan aliran permukaan dan mengurangi energi aliran air pada lereng. Sistem trap memiliki potensi besar dan efektif dalam mengurangi laju erosi tanah dengan aplikasi yang sesuai standar teknis dan lebih baik jika terdapat vegetasi [8] [9]. Selain itu, trap juga berfungsi sebagai penangkap sedimen, sehingga mampu menjaga stabilitas permukaan lereng dan mencegah terjadinya deformasi pada bagian kaki lereng yang sering menjadi titik awal kegagalan.

Cara trap untuk rekayasa stabilitas lereng dapat memberikan kontribusi positif terhadap stabilitas melalui pengendalian kondisi hidrologi. Dengan aliran air yang lebih terkontrol, tekanan air pori dalam tanah dapat diminimalkan, sehingga tegangan efektif tanah tetap terjaga. Hal ini secara langsung berdampak pada peningkatan kekuatan geser tanah dan meningkatkan nilai faktor keamanan lereng. Dengan demikian, trap tidak hanya berfungsi sebagai pengendali erosi, tetapi juga sebagai elemen penting dalam sistem rekayasa stabilitas lereng.

Dari aspek lingkungan, trap memiliki dampak yang jauh lebih minimal dibandingkan dengan struktur berbasis beton. Trap cenderung mempertahankan kondisi alami lereng, memungkinkan infiltrasi air tetap berlangsung, serta mendukung keberlanjutan ekosistem lokal. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip rekayasa berkelanjutan yang menekankan keseimbangan antara kebutuhan pembangunan dan kelestarian lingkungan.

Kajian mengenai efektivitas trap dalam meningkatkan stabilitas lereng masih relatif terbatas, khususnya dalam konteks analisis kuantitatif berbasis parameter geoteknik seperti faktor keamanan. Sebagian besar penelitian yang ada lebih banyak berfokus pada aspek pengendalian erosi tanpa mengaitkannya secara langsung dengan analisis stabilitas lereng. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian yang perlu diisi melalui studi yang lebih komprehensif dan terintegrasi.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini menjadi penting untuk dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis secara lebih mendalam pengaruh penerapan trap terhadap stabilitas lereng. Penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas trap dari segi teknis, tetapi juga untuk menegaskan bahwa pendekatan ini merupakan solusi yang lebih ekonomis dan berwawasan lingkungan dibandingkan dengan metode perkuatan berbasis beton. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode rekayasa stabilitas lereng yang lebih berkelanjutan, adaptif terhadap kondisi lokal dan relevan dengan kebutuhan pembangunan di wilayah perbukitan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

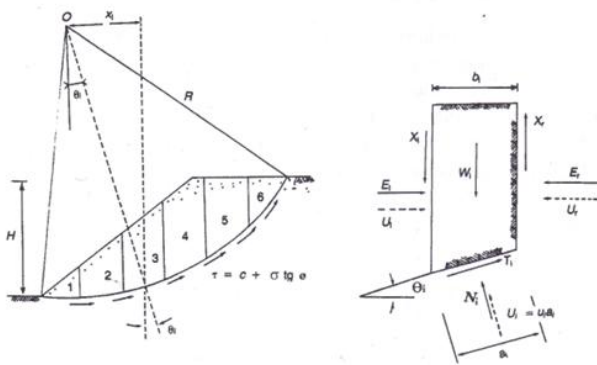
### 2.1. Stabilitas Lereng

Stabilitas lereng ditentukan oleh keseimbangan antara gaya penahan dan pendorong. Parameter utama yang mempengaruhinya yaitu kohesi tanah ( $c$ ), sudut geser dalam ( $\phi$ ), berat volume tanah ( $\gamma$ ), tekanan air pori ( $u$ ).

Beberapa metode digunakan untuk analisis stabilitas lereng yaitu metode keseimbangan batas, analisa numerik, jaringan saraf tiruan, jaringan saraf numerik, analisis batas dan penjumlahan vektor [10]. Pendekatan umum yang digunakan dalam analisis stabilitas lereng pada penelitian ini adalah metode keseimbangan batas (*limit equilibrium method*). Cara ini digunakan karena sederhana, analisis singkat, yang dipadukan dengan fungsi probabilitas dan statistik untuk memperkirakan faktor keamanan [11]. Cara irisan digunakan untuk menghitung gaya-gaya yang bekerja pada tanah dalam menentukan keseimbangan momen tersebut. Lereng dapat disebut stabil apabila memiliki faktor keamanan minimum sebesar > 1,5.

Tabel 1. Faktor Aman Kestabilan Lereng [12]

Faktor Aman (F)	Klasifikasi Lereng
$F > 1.5$	Stabil
$1.25 < F > 1.5$	Kestabilan Sedang
$1 < F > 1.25$	Agak stabil
$F < 1$	Tidak stabil



Gambar 1. Metode Irisan Massa Tanah [13]

Metode Bishop (1955) mampu memberikan estimasi faktor keamanan dengan mempertimbangkan keseimbangan momen. Metode Bishop dapat digunakan secara aman untuk analisis stabilitas lereng [14] dan dapat ditunjukkan dengan persamaan:

$$F = \frac{R \sum_{i=1}^n [c'a_i + (N_i - u_i a_i)tg\phi']}{\sum_{i=1}^n W_i x_i} \quad (1)$$

2.2. Mekanisme Longsor

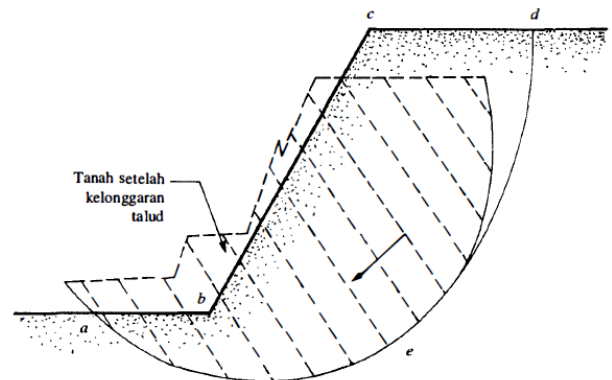
Tanah yang mudah longsor umumnya memiliki karakteristik kandungan air tinggi, struktur tanah lemah, dan sensitif terhadap perubahan kadar air. Curah hujan yang tinggi menyebabkan peningkatan tekanan air pori, penurunan tegangan efektif, berkurangnya kuat geser

tanah. Hal ini berkontribusi terhadap penurunan faktor keamanan lereng.

Longsor terjadi akibat ketidakseimbangan antara gaya pendorong dan gaya penahan pada lereng. Gaya pendorong terutama berasal dari berat tanah yang bekerja sejajar bidang lereng, sedangkan gaya penahan berasal dari kekuatan geser tanah, yaitu kohesi dan gesekan dalam.

Proses longsor umumnya diawali oleh masuknya air ke dalam tanah akibat hujan, yang menyebabkan peningkatan tekanan air pori dan penurunan tegangan efektif. Kondisi ini mengurangi kekuatan geser tanah sehingga kemampuan lereng untuk menahan beban menjadi berkurang. Pada saat yang sama, erosi di kaki lereng dapat menghilangkan penopang alami, sehingga memperbesar kecenderungan pergerakan tanah.

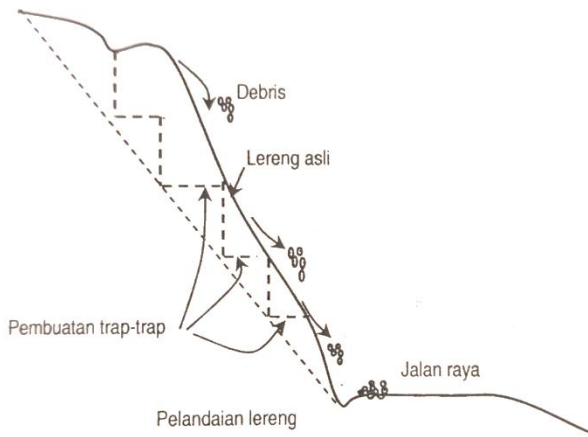
Ketika gaya pendorong melebihi gaya penahan, maka massa tanah akan bergerak mengikuti bidang gelincir, yang umumnya berbentuk melengkung pada tanah homogen. Pergerakan ini dapat terjadi secara perlahan maupun tiba-tiba, tergantung pada kondisi tanah, kemiringan lereng, dan faktor pemicu seperti curah hujan atau perubahan beban di atas lereng.



Gambar 2. Bidang Longsor Pada Lereng [15]

2.3. Konsep Trap

Trap merupakan struktur sederhana yang berfungsi untuk menghambat aliran air permukaan, menurunkan energi aliran, menangkap sedimen dan mengurangi erosi. Dalam stabilitas lereng, metode trap berperan dalam mengurangi infiltrasi berlebih, menjaga kondisi tegangan efektif tanah, mencegah erosi pada kaki lereng. Banyaknya jumlah trap yang diaplikasikan pada lereng sesuai dengan desain rencana. Pada penelitian ini jumlah trap yang dianalisis untuk lereng hanya satu saja



Gambar 3. Perbaikan Stabilitas Lereng Dengan Trap [12]



Gambar 4. Kondisi Lereng

### 3. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis faktor keamanan lereng dengan metode keseimbangan batas cara Bishop. Sumber data diperoleh melalui data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari data penyelidikan tanah dikaki lereng dan pengukuran dilapangan. Sedangkan data sekunder merupakan parameter tanah efektif yang berkorelasi dengan data hasil penyelidikan tanah. Tahapan rekayasa stabilitas lereng dilakukan dengan melalui beberapa tahapan berikut:

#### A. Studi Literatur

Metode-metode dan persamaan serta informasi yang dibutuhkan untuk analisis stabilitas lereng diperoleh dari sumber buku dan artikel ilmiah relevan yang telah diterbitkan. Beberapa buku cetak dan elektronik sudah dipelajari untuk memperoleh informasi dan data. Artikel ilmiah diperoleh dari penelusuran beberapa Jurnal nasional dan internasional.

#### B. Studi Lapangan

Lokasi lereng merupakan lereng asli dengan geometri lereng terlihat terjal yang berpotensi menimbulkan kejadian longsor. Dari pengamatan lapangan, tinggi lereng dan panjang lereng diketahui menggunakan alat ukur sederhana. Selain observasi juga dilakukan kegiatan penyelidikan lapangan yang diperlukan untuk mengetahui parameter tanahnya. Lokasi pengambilan sampel tanah berada dikaki lereng sebanyak 1 titik. Tanah yang terperangkap didalam tabung, kemudian dibawa kelaboratorium untuk diuji sifat-sifat tanahnya.



Gambar 3. Penyelidikan Tanah dikaki Lereng

#### C. Perhitungan Stabilitas Lereng

Stabilitas lereng mengacu pada hasil analisis yang menunjukkan seberapa besar nilai angka faktor aman yang diperoleh. Perhitungan stabilitas lereng menggunakan metode irisan pada massa tanah dan parameter masukannya yang sudah ditentukan pada tahap studi literatur dan lapangan. Perhitungan stabilitas lereng menggunakan aplikasi program *Microsoft Excel*, dimana perhitungannya dibagi menjadi dua tahap. Yaitu perhitungan stabilitas lereng asli atau tanpa trap dan dengan trap.

#### D. Analisis

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh, kemudian dilakukan analisis untuk menjawab tujuan penelitian yang telah ditentukan tentang pengaruh stabilitas lereng sebelum dan sesudah penerapan trap.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Parameter Tanah

Dalam melakukan analisis stabilitas lereng, beberapa data yang tidak dapat diperoleh secara langsung telah menggunakan data sekunder dari penelitian terdahulu. Parameter perhitungan, yang digunakan berasal dari data uji tanah primer dan sekunder serta referensi dari jurnal, dapat dilihat pada tabel 2.

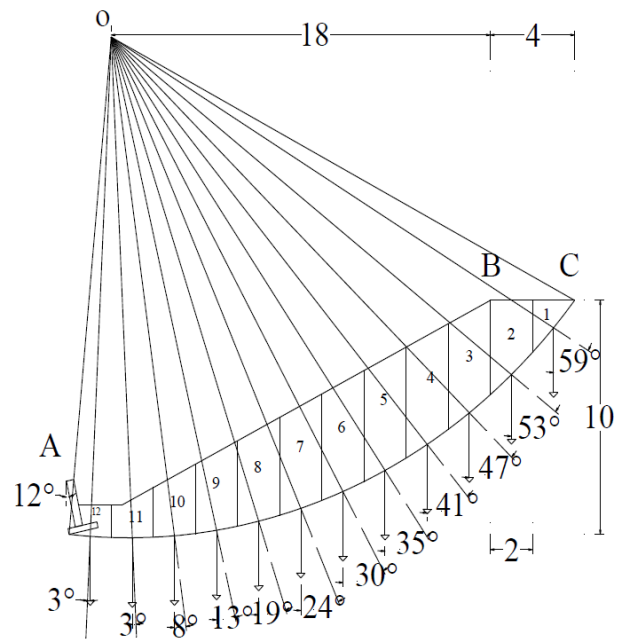
Tabel 2. Sifat-sifat Tanah Lereng

Parameter	Hasil	Keterangan
Kadar air	40.10	%
Berat jenis ( $G_s$ )	2.59	
Berat isi basah ( $\gamma_w$ )	17.2	kN/m <sup>3</sup>
Berat isi kering ( $\gamma_d$ )	12.1	kN/m <sup>3</sup>
Angka pori ( $e$ )	1.14	
Derajat kejenuhan	96.27	%
Porositas	55.34	%
Gradasi butiran		
a. Lempung dan lanau	83,95	%
b. Pasir	16,05	%
Batas-batas konsistensi:		
a. Batas cair ( $LL$ )	41.36	%
b. batas plastis ( $PL$ )	25.62	%
c. Indeks plastisitas ( $PI$ )	15.74	%

Berdasarkan hasil parameter tanah dari Tabel 2, maka dapat langsung diklasifikasikan jenis tanah pada lereng. Dimana menurut Klasifikasi tanah cara USCS, bahwa tanah masuk dalam kelompok CL yaitu lempung kurus plastisitas sedang dan menurut cara AASHTO masuk kelompok A-7-6 yaitu tanah berlempung. Mineral lempung berperan dalam terjadinya kelongsoran karena penurunan kekuatan geser dan pengembangan tanah akibat kenaikan kadar air oleh intensitas hujan yang tinggi [16].

### 4.2. Pemodelan Analisis Stabilitas Lereng

Lereng dimodelkan dengan sebuah bidang longsor yang memotong dari puncak hingga kaki lereng tersebut. Berdasarkan pengukuran dilapangan terhadap lereng yang memiliki perkiraan tinggi 10 m, lebar 18 m, dan panjang lereng 22 m. Kemudian lereng diiris menjadi 12 bagian dengan memberikan batasan bidang longsor seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dan parameter mekanis tanah untuk data analisis pada Tabel 3.



Gambar 4. Irisan Tanah Pada Lereng

Tabel 2. Parameter masukkan analisis

Parameter	Hasil	Keterangan
Berat volume tanah ( $\gamma_w$ )	17.2 kN/m <sup>3</sup>	Tanah berlempung
Kohesi undrained ( $c_u$ )	31 kPa	Data primer
Kohesi efektif ( $c'$ )	10 kPa	Data sekunder [17]
Sudut gesek total ( $\phi$ )	11.5°	Data primer
Sudut gesek efektif ( $\phi'$ )	32°	Data sekunder [17]

Analisis dilakukan pada kondisi statik yang mengasumsikan air tanah berada dibawah permukaan kaki lereng. Adapun parameter yang diperlukan seperti kohesi dan sudut gesek tanah dari hasil uji laboratorium hanya mendapatkan nilai dalam kondisi total dengan benda uji dalam kondisi *undrained*, sementara dalam perhitungan memerlukan kondisi efektif. Oleh karena itu, parameter efektif ditentukan dengan merujuk pada Standar Australia 2002 [17] yang tentunya memiliki korelasi dengan parameter berdasarkan hasil uji laboratorium. Standar ini memberikan nilai parameter efektif yang disesuaikan dengan karakteristik tanah hasil uji laboratorium.

### 4.3. Perbandingan Faktor Aman

Hasil analisis stabilitas lereng asli dan dengan penerapan trap dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4. Analisis ini juga menunjukkan seberapa besar faktor keamanan yang diperoleh berdasarkan parameter-parameter yang diberikan untuk perhitungannya. Dimana faktor keamanan ini merupakan rasio antara gaya penahan dan gaya pendorong. Dari tabel berikut dapat dijelaskan pada symbol yang diberikan, bahwa  $t$  adalah tinggi irisan,  $b_n$  adalah lebar irisan dan  $W_n$  berat massa irisan.

Tabel 3. Analisis Faktor Aman Lereng Asli

Irisan	<i>t</i> (m)	<i>W<sub>n</sub></i> (kN)	<i>b<sub>n</sub></i> (m)	Gaya Pendorong (kN)	Gaya Penahan (kN)
1	2	34.4	2	29.49	39.49
2	4	103.2	2	82.42	76.75
3	5	120.4	2	88.05	83.61
4	5	120.4	2	78.99	81.77
5	5	120.4	2	69.06	80.87
6	5	120.4	2	60.20	80.81
7	4	103.2	2	41.98	72.35
8	4	103.2	2	33.60	73.53
9	3	86	2	19.35	66.14
10	2	68.8	2	9.58	58.47
11	1	51.6	2	2.70	50.66
12	1	51.6	2	2.70	50.66
Jumlah				<b>518.10</b>	<b>815.12</b>
SF				<b>1.57</b>	

Tabel 4. Analisis Faktor Aman Lereng Dengan Trap

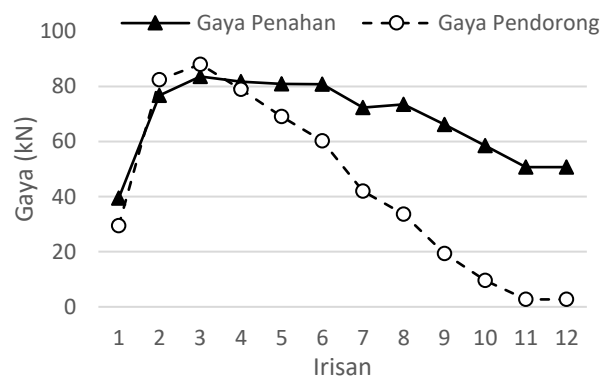
Irisan	<i>t</i> (m)	<i>W<sub>n</sub></i> (kN)	<i>b<sub>n</sub></i> (m)	Gaya Pendorong (kN)	Gaya Penahan (kN)
1	2	34.4	2	29.49	39.49
2	0	34.4	2	27.47	37.69
3	2	68.8	2	50.32	55.30
4	3	86	2	56.42	63.31
5	5	120.4	2	69.06	80.87
6	5	120.4	2	60.20	80.81
7	4	103.2	2	41.98	72.35
8	4	103.2	2	33.60	73.53
9	3	86	2	19.35	66.14
10	2	68.8	2	9.58	58.47
11	1	51.6	2	2.70	50.66
12	1	51.6	2	2.70	50.66
Jumlah				<b>402.85</b>	<b>729.30</b>
SF				<b>1.81</b>	

Berdasarkan analisis stabilitas lereng tanpa trap dengan metode Bishop, diperoleh bahwa distribusi gaya pendorong dan gaya penahan sangat dipengaruhi oleh berat irisan dan sudut dasar tiap irisan. Irisan bagian tengah lereng memberikan kontribusi terbesar terhadap gaya pendorong karena memiliki berat tanah paling besar, sementara irisan bagian atas memiliki pengaruh besar akibat sudut dasar yang curam. Di sisi lain, tahanan geser lereng terutama berasal dari komponen friksi tanah, sedangkan kontribusi kohesi relatif konstan pada tiap irisan. Hasil perhitungan menunjukkan faktor keamanan lereng tanpa trap sekitar 1.57, yang menandakan bahwa lereng masih stabil pada kondisi statik tetapi mendekati ambang batas minimal 1,5 (kritis).

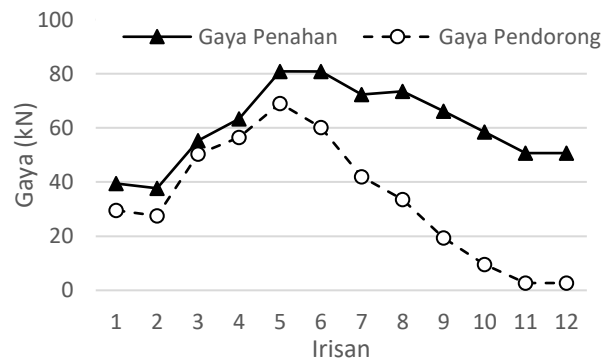
Meskipun demikian, ketiadaan trap menyebabkan lereng lebih rentan terhadap erosi permukaan, limpasan air, dan

peningkatan tekanan air pori yang dapat menurunkan stabilitas lereng tersebut. Kondisi lereng tanpa trap dapat dipandang sebagai kondisi dasar yang masih aman, tetapi belum optimal untuk menjamin kestabilan jangka panjang. Hal ini dapat dilihat pada irisan 2 dan 3, dimana gaya pendorong lebih besar dari gaya penahan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.

Oleh karena itu, rekayasa model trap untuk lereng dipilih guna meningkatkan faktor keamanan. Langkah rekayasa dengan mengurangi tinggi irisan nomor 2, 3 dan 4 atau masing-masing menjadi 0 m, 2 m, dan 3 m dari tinggi awal. Adapun tampilan grafik yang menunjukkan perbandingan antara gaya penahan dan pendorong lereng tanpa dan dengan trap dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



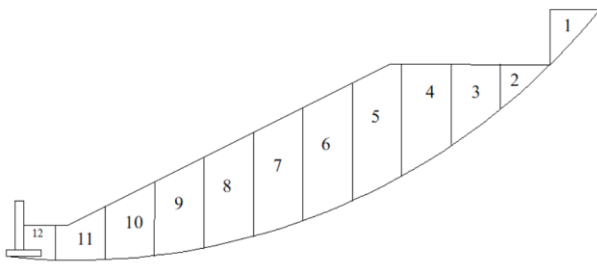
Gambar 5. Stabilitas Lereng Asli



Gambar 6. Stabilitas Lereng Dengan Trap

Penerapan trap pada irisan 2, 3, dan 4 dengan pengurangan massa tanah sebesar 154.8 kN terbukti meningkatkan stabilitas lereng. Pada kondisi tanpa trap, total gaya pendorong lereng sebesar 518.10 kN, sedangkan setelah trap diterapkan nilainya turun menjadi 402.85 kN. Penurunan ini menunjukkan bahwa trap efektif mengurangi komponen berat tanah yang bekerja sejajar bidang longsor, terutama pada zona atas dan tengah lereng yang memiliki massa besar dan sudut dasar relatif curam. Meskipun total tahanan geser juga menurun dari 815.12

menjadi 729,30 akibat berkurangnya massa tanah, penurunan gaya pendorong terjadi lebih dominan daripada penurunan gaya penahan. Rekayasa lereng dengan model trap dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Rekayasa Lereng Dengan Trap

Dengan demikian, hasil perhitungan menunjukkan bahwa faktor keamanan lereng meningkat dari sekitar 1,57 pada kondisi tanpa trap menjadi sekitar 1,81 pada kondisi dengan trap. Temuan ini menegaskan bahwa trap bekerja efektif sebagai sistem rekayasa stabilitas lereng karena mampu mereduksi massa tanah kritis, menurunkan gaya pendorong, serta meningkatkan angka keamanan lereng terhadap potensi longsor. Tindakan mitigasi longsor dengan pembuatan trap direkomendasikan karena dapat mengurangi risiko kerusakan infrastruktur dan jalur transportasi [18]. Selain itu, trap juga berpotensi mengendalikan limpasan permukaan dan erosi, sehingga memberikan keuntungan tambahan dibandingkan sistem perkuatan berbasis beton.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis stabilitas lereng menggunakan metode Bishop, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Lereng asli memiliki faktor keamanan sebesar 1.57, yang menunjukkan kondisi stabil namun masih rentan terhadap pengaruh air dan erosi.
2. Penerapan trap pada irisan 2, 3, dan 4 dengan pengurangan massa tanah sebesar 154,8 kN terbukti mampu menurunkan gaya pendorong secara signifikan dari 518,10 kN menjadi 402,85 kN, sehingga meningkatkan faktor keamanan lereng menjadi 1.81.
3. Peningkatan stabilitas ini terjadi karena trap efektif mengurangi massa tanah pada zona kritis lereng, sehingga menurunkan komponen gaya pendorong sepanjang bidang longsor.

Berdasarkan temuan dari hasil penelitian, dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai pengaruh faktor hidrologi, khususnya curah hujan

dan tekanan air pori, terhadap kinerja trap dalam jangka panjang.

2. Pengembangan desain trap yang optimal, baik dari segi dimensi maupun penempatannya pada lereng, juga menjadi penting untuk meningkatkan efektivitasnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Toyeb, S. Pradhani, R. Mutiara, R. Animenendra, S. Syafriani, and I. Ansya, "RISK MANAGEMENT OF EXCAVATION WORKS BENEATH SLOPES," *International Conference in Education and Vocation: Multicultural and Inclusive Approaches*, vol. 1, no. 1, pp. 458–467
- [2] G. D. Bathrellos, H. D. Skilodimou, V. Zygouri, and I. K. Koukouvelas, "Landslide: A recurrent phenomenon? landslide hazard assessment in mountainous areas of central greece," *Zeitschrift für Geomorphologie*, vol. 63, no. 1, pp. 95–114, 2021, doi: 10.1127/zfg/2021/0670.
- [3] K. Ben Sim, M. L. Lee, and S. Y. Wong, "A review of landslide acceptable risk and tolerable risk," Dec. 01, 2022, *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*. doi: 10.1186/s40677-022-00205-6.
- [4] E. B. Masi, S. Segoni, and V. Tofani, "Root reinforcement in slope stability models: A review," May 01, 2021, *MDPI AG*. doi: 10.3390/geosciences11050212.
- [5] D. Wu, Y. Wang, F. Zhang, and Y. Qiu, "Influences of Pore-Water Pressure on Slope Stability considering Strength Nonlinearity," *Advances in Civil Engineering*, vol. 2021, no. 1, p. 8823899, Jan. 2021, doi: https://doi.org/10.1155/2021/8823899.
- [6] U. C. Sari, M. N. Sholeh, and I. Hermanto, "The stability analysis study of conventional retaining walls variation design in vertical slope," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1444, no. 1, p. 012053, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1444/1/012053.
- [7] F. Bari, J. A. Repadi, Andriani, F. A. Ismail, and A. Hakam, "OPTIMAL COST OF SLOPE STABILIZATION WITH RETAINING WALL," *International Journal of GEOMATE*, vol. 22, no. 93, pp. 83–90, May 2022, doi: 10.21660/2022.93.3129.
- [8] J. Rutebuka et al., "Effectiveness of terracing techniques for controlling soil erosion by water in Rwanda," *J. Environ. Manage.*, vol. 277, p. 111369, 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111369.
- [9] A. C. S. A. Fernandes and L. M. Gontijo, "Terracing field slopes can concurrently mitigate soil erosion and promote sustainable pest management," *J.*

- Environ. Manage.*, vol. 269, p. 110801, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110801>.
- [10] S. Ullah, M. U. Khan, and G. Rehman, “A BRIEF REVIEW OF THE SLOPE STABILITY ANALYSIS METHODS,” *Geological Behavior*, vol. 4, no. 2, pp. 73–77, May 2020, doi: 10.26480/gbr.02.2020.73.77.
- [11] M. Azarafza, H. Akgün, A. Ghazifard, E. Asghari-Kaljahi, J. Rahnamarad, and R. Derakhshani, “Discontinuous rock slope stability analysis by limit equilibrium approaches – a review,” *Int. J. Digit. Earth*, vol. 14, no. 12, pp. 1918–1941, Dec. 2021, doi: 10.1080/17538947.2021.1988163.
- [12] H. C. Hardiyatmo, *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*, 1st ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2006.
- [13] H. C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah 2*, Ke enam. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2018.
- [14] Y. M. Anaperta et al., “Analysis of Slope Stability Ex Disposal Area Using the Bishop Simplified Method,” in *Advances in Geoscience and Remote Sensing Technology*, J. T. Sri Sumantyo and P. Razi, Eds., Singapore: Springer Nature Singapore, 2024, pp. 241–255.
- [15] B. M. Das, “Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis),” *Mekanika tanah, prinsip-prinsip rekayasa geoteknis jilid 2*, 1995.
- [16] W. Budianta, H. Ohta, and J. Takemura, “The Effect of Clay-Soil on Landslide: Case Study from Central Java, Indonesia,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1091, no. 1, p. 012012, 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1091/1/012012.
- [17] A. Standard, “Earth-retaining structures AS 4678-2002,” in *Australia*, Australia: Standards Australia, 2002, p. 124.
- [18] H. Bhardwaj and M. Thakur, “Slope stability analysis of the Mandi Landslide, Mandi, Himachal Pradesh, India,” *Discover Geoscience*, vol. 3, no. 1, p. 146, 2025, doi: 10.1007/s44288-025-00258-8.