

## ANALISIS METODE PERKUATAN STABILITAS LERENG DI INDONESIA: LITERATURE REVIEW

Isnani Meidivia Nabila<sup>1\*</sup>, Febri Dwi Setiawan<sup>2</sup>, Muhammad Hamzah Fansuri<sup>3</sup>  
Program Studi Teknik Sipil Universitas Pertahanan RI, [nabilaisnani3@gmail.com](mailto:nabilaisnani3@gmail.com)

### ABSTRAK

Artikel ini menganalisis berbagai metode perkuatan stabilitas lereng di Indonesia berdasarkan kajian literatur antara tahun 2015 hingga 2020. Penelitian ini mengidentifikasi perangkat lunak, jenis penguatan, dan metode perhitungan yang umum digunakan. Hasil analisis menunjukkan bahwa perangkat lunak yang paling sering digunakan adalah *Plaxis 2D* (39,29%) dan *GeoStudio SLOPE/W* (35,71%). Dalam hal jenis penguatan, *Soil Nailing* adalah metode yang paling banyak diterapkan (25%), diikuti oleh *Geotextile* (17,86%) dan *Gabion* (7,14%). Metode perhitungan yang dominan adalah *Finite Element Method* (50%), dengan *Fellinius* dan *Bishop* digunakan oleh 32,14% responden. Studi ini menunjukkan keberagaman pendekatan yang diterapkan untuk meningkatkan stabilitas lereng, serta perlunya pengembangan metode yang lebih terintegrasi dan ramah lingkungan.

**Kata kunci :** *stabilitas lereng, metode perkuatan, Plaxis 2D*

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Lereng merupakan bidang miring yang terbentuk akibat perbedaan tinggi antara permukaan tanah dan dapat terjadi secara alami maupun buatan[1]. Sudut kemiringan lereng dapat bervariasi tergantung pada kondisi eksisting serta fungsi lereng terhadap infrastruktur di sekitarnya. Selain itu, sudut kemiringan berperan penting dalam menentukan potensi gerakan tanah, yang secara langsung berdampak pada tingkat stabilitas lereng [2]. Gerakan tanah yang tidak terkendali dapat memicu keruntuhan lereng akibat berbagai faktor, seperti kegagalan hidraulik, kegagalan rembesan, dan kegagalan struktural [3]. Dalam analisis geoteknik, stabilitas lereng biasanya diukur menggunakan faktor keamanan (*safety factor*). Lereng dengan faktor keamanan di bawah 1,5 dikategorikan sebagai tidak stabil dan berisiko mengalami longsor [1].

Bencana tanah longsor merupakan ancaman global yang terjadi di berbagai wilayah di dunia dan menyebabkan kerusakan besar bagi masyarakat [4] Dibandingkan dengan bencana alam lainnya, seperti gempa bumi, banjir,

dan badai angin, tanah longsor sering kali menghasilkan kerugian yang lebih besar dalam hal dampak ekonomi dan infrastruktur [5]. Di Indonesia, rata-rata 169 orang meninggal setiap tahunnya akibat bencana tanah longsor, menjadikannya sebagai salah satu bencana yang paling mematikan di negara ini [6]. Selain korban jiwa, tanah longsor juga memberikan dampak negatif di berbagai aspek, termasuk lingkungan, sosial, dan ekonomi. Banyak kejadian tanah longsor di Indonesia dipicu oleh faktor yang sama, seperti badai hujan dan curah hujan berkepanjangan yang meningkatkan ketidakstabilan lereng [4].

Banyak kejadian tanah longsor di Indonesia dipicu oleh faktor yang sama, seperti badai hujan dan curah hujan berkepanjangan yang meningkatkan ketidakstabilan lereng [4]. Hujan deras yang menyebabkan tanah jenuh, menjadi faktor pemicu utama longsor, terutama di daerah yang memiliki kemiringan lereng tajam dan struktur tanah yang labil sehingga dapat menurunkan faktor keamanan lereng secara signifikan [7].

Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan penguatan stabilitas tanah pada lereng. Berbagai metode penguatan telah dikembangkan, seperti penggunaan lembaran, batang, dan fiber dari bahan geosintetik, baja tahan karat, atau sistem anker. Namun, metode penguatan yang umum diterapkan dalam teknik sipil meliputi penggunaan geosintetik, nailing (*soil nailing*), serta penerapan sistem pra-tegang guna meningkatkan daya dukung tanah dan mencegah kegagalan lereng [8].

Literatur review ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai metode penguatan lereng yang sering diteliti dan dipakai antara tahun 2017 hingga 2024. Analisis ini mengidentifikasi kategori pemilihan software simulasi stabilitas lereng, lalu ada kategori tipe penguatan lereng dan yang terakhir merupakan kategori metode perhitungan yang digunakan dalam analisis stabilitas lereng pada literatur yang kita tinjau. Dengan demikian, hasil kajian ini dapat menjadi referensi dalam memahami macam-macam metode yang digunakan dalam praktik pelaksanaan analisis stabilitas lereng di lapangan, serta dapat menjadi bahan untuk mengembangkan penelitian lebih lanjut di bidang geoteknik pada penguatan dan stabilitas lereng.

Tabel 1 adalah rangkuman dari hasil *literature review* yang dilakukan, Dalam kategori *Software Used*, terdapat perangkat lunak yang populer seperti *Plaxis 2D*, *GeoStudio SLOPE/W*, *Geo 5*, dan *Slide 6.0*. Untuk jenis penguatan (*Reinforcement Type*), terdapat metode yang diterapkan, yaitu *Geotextile*, *Soil Nailing*, *Gabion*, lalu penggunaan *Vegetasi* dan *Palm Fiber*. Selain itu, metode lainnya seperti *Gravity Wall* dan *Kantilever Wall* juga ada. Pada kategori *Calculation Method*, berbagai metode perhitungan digunakan, yaitu *Finite Element Method*, *Limit Equilibrium*, serta metode-metode lain seperti *Terzaghi*, *Morgenstern Price*, *Fellini*, dan *Bishop*, tabel ini menggambarkan variasi dalam pendekatan dan alat yang digunakan oleh para peneliti dan praktisi dalam studi penguatan lereng di Indonesia.

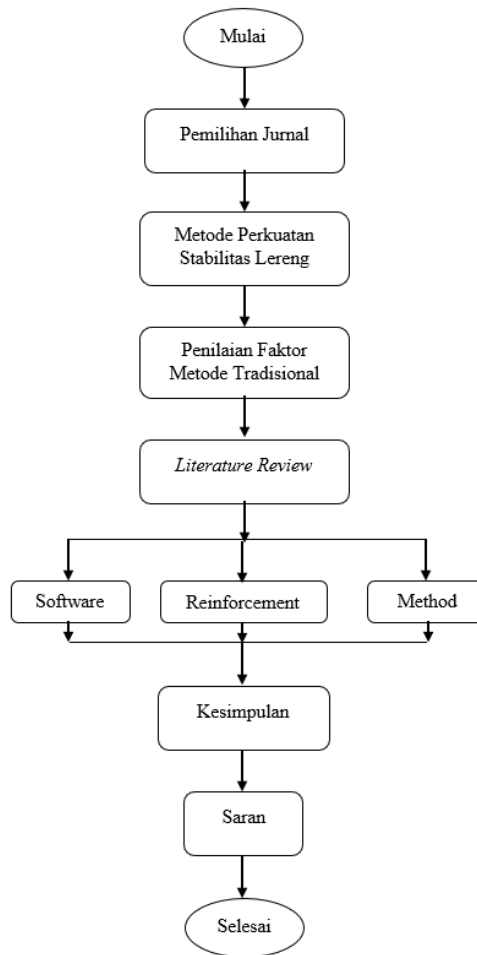
Tabel 1. Rangkuman Metode Perkuatan Stabilitas Lereng Yang Ada Pada Litetratur Di Indonesia

Reference	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	
Year	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024																					
<b>Software Used</b>																													
A1	x	-	x	-	-	-	x	-	x	x	x	-	-	-	x	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-
A2	-	-	x	x	-	x	-	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-	x	x	x	-	x	-	-	-	-
A3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
A4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<b>Reinforcement Type</b>																													
B1	x	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	x	x	-	-	-	x	-	x	x	x	-	-	-	-
B3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
B4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	x
B5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
B6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
B11	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B12	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B13	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-	-	-
B15	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B16	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
B18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-
<b>Calculation Method</b>																													
C1	x	-	x	x	-	-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	x	-	x	-	x	x	-	-	x	-	-	x	-	-
C2	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
C3	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
C5	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	-	-	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-	x	x	-	x	x	-	-
C6	-	-	-	-	-	-	x	x	-	-	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	x	x	-	-	x	-
C7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C9	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

A1	Plaxis 2D	B8	Gravity Wall	B18	Geocell
A2	GeoStudio	B9	Strauss Pile	C1	Finite Element Method
A3	SLOPE/W	B10	Counterfort	C2	Limit Equilibrium
A4	Geo 5	B11	Sheet Pile	C3	Terzaghi
B1	Slide 6.0	B12	Retaining wall	C4	Morgensten Price
B2	Geotextile	B13	vetiver grass	C5	Fellinius
B3	Soil Nailing	B14	Vegetasi	C6	Bishop
B4	Gabion	B15	palm fiber	C7	Spencer
B5	Shotcrete	B16	Ground Acnhor	C8	Janbu
B6	Grouted Tie Back	B17	Geomat	C9	meyerhoff
B7	Micropiles				
B7	Kantilever Wall				

## 2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode campuran (*mixed methods*), yang menggabungkan pendekatan kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengidentifikasi pola dan hubungan variabel melalui analisis statistik dengan mengelompokkan data dalam bentuk persen, sementara pendekatan kualitatif bertujuan untuk memahami dan mendeskripsikan temuan secara mendalam melalui kajian literatur. Studi ini didasarkan pada 28 jurnal yang diterbitkan dalam rentang waktu 2017 hingga 2024.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

## 2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahap pertama adalah pengumpulan literatur, yang bertujuan untuk mengkaji berbagai referensi ilmiah terkait metode apa saja yang dapat digunakan untuk memperkuat stabilitas lereng. Tahap kedua adalah klasifikasi metode perkuatan lereng, di mana metode-metode yang ditemukan dikelompokkan berdasarkan tahun, software, tipe perkuatan, dan metode perhitungan. Tahap ketiga adalah analisis data, yang dilakukan dengan membandingkan dan mensintesis temuan dari berbagai studi untuk mengidentifikasi pola serta hubungan antara metode yang berkontribusi terhadap kekuatan lereng sehingga nantinya dapat diambil kesimpulan.

## 2.2 Variabel Penelitian

Pada variabel perkuatan stabilitas lereng, Variabel Independen berupa Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas lereng, seperti jenis tanah, kemiringan lereng, curah hujan, dan [8]. Sedangkan variabel terikat adalah stabilitas lereng yang diukur berdasarkan nilai *safety factor* serta potensi longsor. Akan tetapi pada Literatur review ini akan digunakan untuk mencari beberapa variabel sebagai bahan pembahasan yaitu, aplikasi software yang digunakan dalam perhitungan, perkuatan yang digunakan dan metode perhitungan yang digunakan.

sehingga kita dapat mengetahui frekuensi penggunaan masing- masing variabel tersebut untuk nantinya ditarik kesimpulan mengenai frekuensi penggunaan dari masing- masing metode yang ada.

### 2.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan dengan mengkaji berbagai literatur yang relevan, termasuk jurnal akademik dan penelitian sebelumnya yang membahas metode perkuatan stabilitas lereng.

### 2.4 Teknik Analisis Data

Data dari survei dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mengidentifikasi hubungan antar variabel yang memengaruhi stabilitas lereng. Sementara itu, analisis kualitatif dilakukan melalui kajian literatur guna mengidentifikasi berbagai metode yang digunakan untuk memperkuat kestabilan lereng. Untuk memastikan validitas hasil, dilakukan triangulasi data, di mana temuan dari analisis kuantitatif dan kualitatif dibandingkan serta dikombinasikan agar menghasilkan kesimpulan yang lebih komprehensif mengenai stabilitas lereng dan strategi mitigasi yang efektif.

## 3 Hasil Dan Pembahasan

Tabel 2. Hasil Perhitungan presentase penggunaan tiap variable pada literatur di Indonesia.

	Variable	Frequency	Percentage
<b>Software Used</b>			
A1	Plaxis 2D	11	39,29 %
A2	Geostudio SLOPE/W	10	35,71 %
A3	Geo 5	4	14,29 %
A4	Slide 6.0	3	10,71 %
<b>Reinforcement Type</b>			
B1	Geotextile	5	17,86 %
B2	Soil Nailing	7	25,00 %
B3	Gabion	2	7,14 %
B4	Shotcrete	3	10,71 %
B5	Grouted Tie Back	1	3,57 %
B6	Micropiles	1	3,57 %
B7	Kantilever Wall	2	7,14 %
B8	Gravity Wall	1	3,57 %
B9	Strauss Pile	1	3,57 %
B10	Counterfort	2	7,14 %
B11	Sheet Pile	1	3,57 %
B12	Retaining Wall	1	3,57 %
B13	Vetiver Grass	2	7,14%
B14	Vegetasi	2	7,14 %
B15	Palm Fiber	1	3,57 %

Variable		Frequency	Percentage
<b>B16</b>	Ground Acnhor	1	3,57 %
<b>B17</b>	Geomat	1	3,57 %
<b>B18</b>	Geocell	1	3,57 %
Calculation Method			
<b>C1</b>	Finite Element Method	14	50,00 %
<b>C2</b>	Limit Equilibrium	4	14,29 %
<b>C3</b>	Terzaghi	1	3,57 %
<b>C4</b>	Morgensten Price	3	10,71 %
<b>C5</b>	Fellinius	9	32,14 %
<b>C6</b>	Bishop	9	32,14 %
<b>C7</b>	Spencer	1	3,57 %
<b>C8</b>	Janbu	1	3,57 %
<b>C9</b>	Meyerhoff	1	3,57 %

Berdasarkan tabel 2 ditunjukkan bahwa ada 3 variabel utama yaitu software yang digunakan pada penelitian stabilitas lereng, lalu ada tipe perkuatan stabilitas lereng yang digunakan, pada usaha perkuatan pada masing – masing penelitian, dan metode yang digunakan pada perhitungan stabilitas lereng.

Plaxis merupakan perangkat lunak berbasis metode elemen hingga (Finite Element Method/FEM) yang memungkinkan simulasi berbagai kondisi tanah dan metode perkuatan untuk meningkatkan stabilitas lereng; GeoStudio (SLOPE/W) digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng dengan metode keseimbangan batas (Limit Equilibrium Method/LEM) Geo5 digunakan dalam analisis stabilitas lereng dengan metode keseimbangan batas dan finite element method (FEM); Slide 6 adalah perangkat lunak berbasis metode Bishop Simplified dan Ordinary/Fellenius untuk mengevaluasi stabilitas lereng. Pada artikel yang kita review terdapat penggunaan beberapa aplikasi yaitu, Plaxis 2D yang menjadi aplikasi yang paling sering digunakan pada penelitian selama beberapa tahun kebelakang yaitu sebesar (39,29 %), lalu ada Geo Studio SLOPE/W yang juga merupakan software yang cukup sering digunakan pada perhitungan simulasi stabilitas lereng yaitu sebesar (35,71 %). Lalu ada Geo 5 digunakan sebesar (14,29 %) dan yang terakhir ada SLIDE 6.0 yang digunakan sebesar (10,71 %) penggunaan tersebut memang di pengaruhi oleh tren dan kapabilitas dari masing-masing software yang berbeda sehingga disesuaikan dengan kebutuhan penelitian.

Geotextile digunakan untuk meningkatkan stabilitas lereng dengan memperkuat tanah melalui lembaran geotekstil; Soil Nailing dengan menggunakan batang baja ulir yang ditanam dalam lereng; Gabion yaitu struktur bronjong kawat berisi batu yang berfungsi sebagai dinding penahan tanah; Shortcrete yaitu beton semprot yang diaplikasikan langsung ke permukaan lereng; Grouted Tie Back yaitu sistem penjangkaran tanah; Micropiles yaitu pondasi mini berbentuk tiang dengan diameter kecil; Kantilever Wall yaitu dinding penahan tanah berbentuk L; Gravity Wall yaitu dinding penahan tanah yang mengandalkan berat sendiri; Strauss Pile yaitu pondasi dangkal berbentuk tiang; Counterfort yaitu dinding penahan tanah bertulang dengan sistem tulangan

vertikal; Sheet Pile yaitu struktur vertikal yang ditanam ke dalam tanah; Retaining Wall yaitu struktur penahan tanah yang dirancang untuk mencegah kelongsoran lereng, dapat berupa gravity wall, kantilever, atau modular block; Vetiver Grass yaitu vegetasi dengan akar kuat yang digunakan sebagai metode perkuatan alami; Vegetasi yaitu tanaman yang ditanam di lereng; Palm Fiber yaitu serat alami dari kelapa sawit; Ground Anchor yaitu sistem penjangkaran yang memperkuat tanah dengan memasang kabel baja di dalam bor; Geomat yaitu material berbasis polimer; Geocell yaitu struktur tiga dimensi berbahan geotekstil. Tabel ini juga mencakup jenis penguatan yang digunakan dalam analisis. Jenis penguatan yang paling banyak digunakan adalah *Soil Nailing*, yang digunakan oleh 25% responden. Penguatan lainnya yang cukup populer antara lain *Geotextile* (17,86%) dan *Gabion* (7,14%). Beberapa penguatan lainnya, seperti *Shotcrete* dan *Grouted Tie Back*, masing-masing digunakan oleh 10,71% dan 3,57% responden. Ada juga penguatan yang digunakan oleh lebih sedikit responden, seperti *Kantilever Wall*, *Gravity Wall*, dan beberapa jenis penguatan lainnya.

Untuk metode perhitungan, FEM adalah metode dengan memecah tanah menjadi elemen-elemen kecil; LEM mengasumsikan bahwa lereng akan bergerak ketika gaya geser melebihi gaya tahanan; Terzaghi mengintegrasikan analisis keseimbangan batas dengan memperhitungkan distribusi tekanan pori dalam tanah; Morgenstern-Price menawarkan model lebih fleksibel untuk kondisi tanah yang tidak homogen; Fellenius adalah metode keseimbangan batas; Bishop adalah metode keseimbangan batas yang menghitung gaya geser tanah berdasarkan asumsi distribusi tegangan normal yang tidak seragam sepanjang bidang gelincir; Spencer adalah metode keseimbangan batas yang lebih kompleks, memperhitungkan distribusi tegangan normal yang lebih realistis; Janbu menggunakan keseimbangan gaya untuk menghitung stabilitas lereng; Meyerhoff memberikan pendekatan untuk analisis stabilitas tanah pada lereng berdasarkan teori tegangan geser dan distribusi gaya vertikal pada permukaan tanah. Sebagian besar responden menggunakan *Finite Element Method* (50%) sebagai metode utama dalam analisis mereka. Metode lain yang digunakan adalah *Fellenius* dan *Bishop*, masing-masing digunakan oleh 32,14% responden. Metode *Limit Equilibrium* digunakan oleh 14,29% responden, sementara metode lainnya seperti *Terzaghi*, *Morgenstern Price*, *Spencer*, *Janbu*, dan *Meyerhoff* hanya digunakan oleh sebagian kecil responden, masing-masing dengan persentase yang lebih rendah.

Secara keseluruhan, perangkat lunak *Plaxis 2D* dan *Geostudio SLOPE/W* mendominasi penggunaan dalam analisis ini, sementara metode perhitungan yang paling umum adalah *Finite Element Method*. Jenis penguatan yang digunakan juga bervariasi, dengan *Soil Nailing* menjadi pilihan yang paling banyak digunakan.

#### 4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada literatur mengenai metode perkuatan stabilitas lereng di Indonesia, dapat disimpulkan bahwa ada beberapa pendekatan yang sering digunakan dalam penelitian stabilitas lereng. Dari segi perangkat lunak, *Plaxis 2D* dan *GeoStudio SLOPE/W* merupakan dua software yang paling sering digunakan, masing-masing dengan persentase 39,29% dan 35,71%. Penggunaan software ini didorong oleh kemampuan mereka dalam menganalisis kondisi tanah dengan menggunakan metode perhitungan yang kompleks seperti *Finite Element Method (FEM)* dan *Limit Equilibrium Method (LEM)*, yang mana metode *FEM* digunakan oleh lebih dari 50% responden dalam analisis ini.

Dalam hal jenis penguatan lereng, *Soil Nailing* adalah metode yang paling banyak diterapkan (25%), diikuti oleh *Geotextile* (17,86%) dan *Gabion* (7,14%). Penggunaan berbagai jenis penguatan ini menunjukkan keberagaman pendekatan dalam meningkatkan stabilitas lereng, dengan beberapa metode berbasis material alami seperti *Vetiver Grass* dan *Palm Fiber* yang digunakan untuk mendukung keberlanjutan dan ramah lingkungan.

Secara keseluruhan, literatur ini menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan yang kuat terhadap penggunaan metode berbasis teknologi canggih dan analisis numerik seperti FEM, yang memungkinkan simulasi lebih tepat untuk kondisi tanah yang kompleks. Keberagaman dalam pemilihan jenis penguatan dan metode perhitungan menandakan perlunya pendekatan yang disesuaikan dengan karakteristik tanah dan kondisi lereng yang spesifik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Anggraini, I. R. Riskiyah, F. Ferdy, J. Purnomo, J. T. Sipil, Dan P. N. Malang, “Pada Proyek Jalur Lintas Selatan Lot 7 Blitar,” 2022. [Daring]. Tersedia Pada: [Http://Jos-Mrk.Polinema.Ac.Id/](http://Jos-Mrk.Polinema.Ac.Id/)
- [2] P. Sudut, K. Lereng, T. Angka, S. L. Tanah, A. Suhendra Nugraha, Dan A. K. Sutanto, “Pengaruh Sudut Kemiringan Lereng Terhadap Angka Stabilitas Lereng Tanah Kohesif Berdasarkan Kurva Taylor Dan Software Geo5,” 2019.
- [3] R. Rahayu Dan S. Permana, “Analisis Kestabilan Lereng Bendungan Akibat Fluktuasi Muka Air,” 2021. [Daring]. Tersedia Pada: [Https://Jurnal.Itg.Ac.Id/](https://Jurnal.Itg.Ac.Id/)
- [4] M. Chavez, M. Ghil, Dan J. Urrutia Fucugauchi, “Extreme Events: Observations, Modeling, And Economics, Geophysical Monograph 214,” 2016. [Daring]. Tersedia Pada: [Http://Www.Google.Com/Alerts](http://Www.Google.Com/Alerts)
- [5] K. Okalp Dan H. Akgün, “National Level Landslide Susceptibility Assessment Of Turkey Utilizing Public Domain Dataset,” *Environ Earth Sci*, Vol. 75, No. 9, Mei 2016, Doi: 10.1007/S12665-016-5640-3.
- [6] S. Statistisi, B. Nasional, Dan P. Bencana, “Tanah Longsor Dan Banjir Bencana Yang Mematikan Di Indonesia (Data Tahun 2008-2017),” 2017.
- [7] M. Fatoni, E. Nugroho Putro, Dan D. H. Agustina, “Analisis Kestabilan Lereng Dengan Perkuatan Shotcrete Menggunakan Plaxis (Studi Kasus : Ruas Jalan Tarempa-Rintis Sta 07+800 Kab. Anambas),” *Sigma Teknika*, Vol. 6, No. 1, Hlm. 223–230, 2023, [Daring]. Tersedia Pada: [Https://Repository.Ump.Ac.Id/Pandu+Cahaya+S](https://Repository.Ump.Ac.Id/Pandu+Cahaya+S)
- [8] A. Fauzi, “Analisis Tegangan-Perpindahan Dan Faktor Keamanan (Sf) Pada Lereng Miring Dengan Perkuatan Soil Nailing Menggunakan Program Plaxis 8.2 Stress-Deformation And Safety Factor (Sf) Analysis On Slope With Soil Nailing Reinforcement Using Plaxis 8.2,” 2012.
- [9] H. Crishtiady, “Mekanika Tanah 1,” 2002.