

Studi Komparatif Stabilitas Timbunan Tanah dengan Perkuatan Sabut Kelapa Menggunakan Software GeoStudio Slope/W terhadap Hasil PLAXIS

Adden Trianto^{1*}, Rakhan Dhawy Pradhana², Muhammad Hamzah Fansuri³

^{1,2,3} Afiliasi : Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pertahanan Republik Indonesia
Email: ^{1*}addn.trianto@gmail.com; ²newrakhanprd@gmail.com; ³fansurimh.ridu@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur sering menghadapi tantangan stabilitas lereng akibat kondisi tanah yang kurang ideal. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan sabut kelapa sebagai material perkuatan tanah untuk meningkatkan stabilitas lereng. Penelitian ini menganalisis stabilitas lereng timbunan yang diperkuat sabut kelapa menggunakan perangkat lunak GeoStudio Slope/W 2012 dengan metode keseimbangan batas dan membandingkan hasilnya dengan penelitian Fahriani (2016) yang menggunakan Plaxis. Analisis dilakukan pada lereng timbunan dengan variasi persentase penambahan sabut kelapa (0%–5%) menggunakan lima metode keseimbangan batas, yaitu *Morgenstern-Price*, *Spencer*, *Bishop Simplified*, *Janbu Simplified*, dan *Ordinary Method of Slices*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua metode analisis menunjukkan peningkatan faktor keamanan (FoS) seiring bertambahnya persentase sabut kelapa. Perbandingan dengan hasil Plaxis menunjukkan selisih FoS yang kecil, yaitu 0.154% pada 0% sabut kelapa hingga 1.397% pada 5% sabut kelapa, dengan 0%–3% memiliki selisih <1%, yang mengindikasikan bahwa kedua metode memberikan hasil yang relatif konsisten. Tren peningkatan faktor keamanan akibat penambahan sabut kelapa tetap serupa pada kedua perangkat lunak, memperkuat efektivitas sabut kelapa sebagai material perkuatan lereng.

Kata Kunci: stabilitas lereng, sabut kelapa, GeoStudio Slope/W, Plaxis, faktor keamanan

ABSTRACT

Infrastructure development often faces slope stability challenges due to suboptimal soil conditions. One possible solution is the use of coconut coir as a soil reinforcement material to improve slope stability. This study analyzes the stability of embankment slopes reinforced with coconut coir using GeoStudio Slope/W 2012 software with the limit equilibrium Method and compares the results with Fahriani's (2016) study, which utilized Plaxis. The analysis was conducted on embankment slopes with varying percentages of coconut coir addition (0%–5%) using five limit equilibrium Methods: *Morgenstern-Price*, *Spencer*, *Bishop Simplified*, *Janbu Simplified*, and the *Ordinary Method of Slices*. The results indicate that all analysis Methods show an increase in the factor of safety (FoS) as the percentage of coconut coir increases. The comparison with Plaxis results shows a small FoS difference, ranging from 0.154% at 0% coconut coir to 1.397% at 5% coconut coir, with 0%–3% having a difference of less than 1%, indicating that both Methods provide relatively consistent results. The trend of increasing the factor of safety due to the addition of coconut coir remains similar in both software programs, reinforcing the effectiveness of coconut coir as a slope reinforcement material.

Key words: slope stability, coconut coir, GeoStudio Slope/W, Plaxis, factor of safety.

Submitted:	Reviewed:	Revised:	Published:
19 Februari 2025	17 Maret 2025	28 Juni 2025	01 Agustus 2025

PENDAHULUAN

Dalam pembangunan infrastruktur, stabilitas lereng merupakan aspek krusial yang perlu diperhatikan guna mencegah risiko longsor dan kerusakan yang dapat mengganggu struktur serta keselamatan pengguna. (Liu et al., 2012) mengemukakan bahwa ketika kegagalan ini terjadi, dampaknya cepat, singkat, dan dalam skala besar, serta dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang substansial. Penelitian menunjukkan bahwa analisis stabilitas lereng menggunakan berbagai metode terkini, seperti *Rock Mass Rating* (RMR) dan *Finite Element Method* (FEM), merupakan langkah penting dalam mengevaluasi potensi kegagalan lereng, terutama di area dengan

kemiringan curam (Manopo et al., 2022; Puspita, 2017). Berbagai metode digunakan dalam analisis ini untuk menentukan faktor keamanan (FK) sebagai indikator utama kestabilan struktur (Fatoni et al., 2023; Sepriadi Sepriadi & Mirza Adwarman, 2024; Wahab et al., 2024). Studi yang dilakukan oleh (Ikhwan, 2024) menunjukkan bahwa lereng tanpa perkuatan memiliki risiko tinggi terjadinya longsor, khususnya selama musim hujan, yang dapat mengganggu dan membahayakan masyarakat sekitar. Temuan tersebut menegaskan pentingnya penerapan metodologi perencanaan stabilitas tanah yang baik dalam proyek infrastruktur.

Salah satu alternatif solusi yang mulai banyak perhatian ahli geoteknik adalah pemanfaatan sabut kelapa sebagai material perkuatan alami. Sabut kelapa, yang berasal dari limbah pertanian, memiliki berbagai keunggulan seperti ketersediaan yang melimpah, biaya rendah, sifat biodegradable, serta telah banyak diteliti sebagai geotekstil alami (Adekemi et al. 2024; Widiyanti et al., 2021, 2022). Sebagai contoh, penelitian (Widiyanti et al., 2024) menunjukkan bahwa sabut kelapa mampu meningkatkan kekuatan tekan tak terikat tanah, yang secara signifikan meningkatkan kemampuan dukung tanah.

Dalam analisis kestabilan lereng, salah satu pendekatan yang umum digunakan adalah *Limit Equilibrium Method (LEM)*. Pendekatan ini menghitung faktor keamanan berdasarkan keseimbangan antara gaya penggerak dan gaya penahan longsoran. Beragam teknik diterapkan dalam *LEM*, seperti metode Bishop, Fellenius, dan Morgenstern-Price, yang masing-masing memiliki kelebihan dan keterbatasan dalam mengestimasi gaya geser serta tekanan normal pada bidang geser (Saldi et al., 2020; Yanuardian et al., 2018).

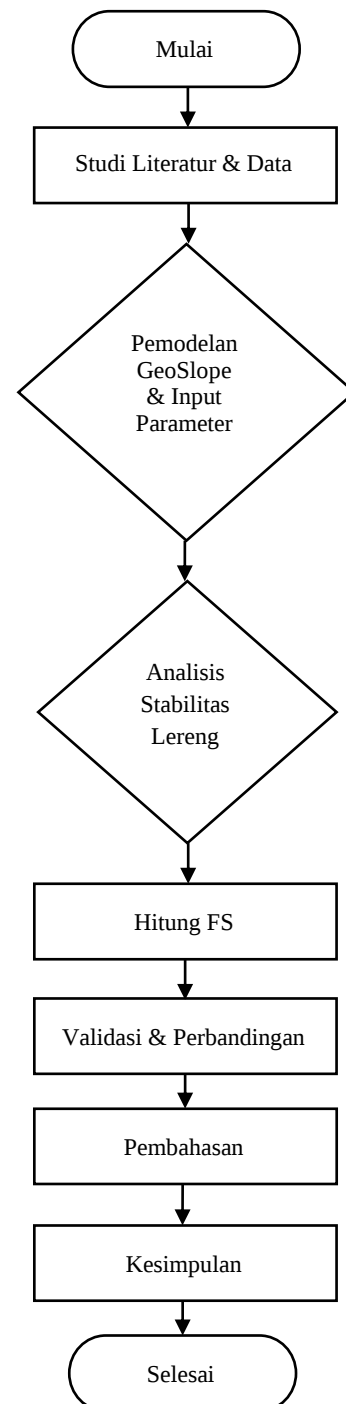
Pada penelitian ini, pemodelan menggunakan perangkat lunak *GeoStudio Slope/W* dilakukan dengan data tanah yang bersumber dari tugas akhir Ridwan (2014) di Universitas Bangka Belitung, yang meneliti pengaruh penambahan sabut kelapa terhadap tanah lempung. Sementara itu, data simulasi menggunakan *PLAXIS* diperoleh dari penelitian (Fahriani, 2016), yang juga mengevaluasi stabilitas lereng dengan material perkuatan sabut kelapa. Meskipun pada beberapa kondisi lereng dapat menunjukkan faktor keamanan yang tinggi tanpa tambahan perkuatan ($FoS > 3$), studi ini tetap penting dalam mengevaluasi efektivitas sabut kelapa sebagai material perkuatan, terutama pada kondisi geoteknik yang lebih ekstrem atau rentan terhadap kelongsoran.

Setiap metode analisis memiliki keunggulan dan keterbatasan tersendiri. Metode elemen hingga (Finite Element Method) seperti yang digunakan pada *PLAXIS* dikenal mampu menangani kondisi tanah yang kompleks dan dinamis dengan presisi tinggi, sementara metode keseimbangan batas (*LEM*) lebih praktis dan efisien untuk analisis awal (Raja & Murthy, 2024). Oleh karena itu, perbandingan hasil antara *GeoStudio Slope/W* dan *PLAXIS* menjadi penting untuk menilai konsistensi kedua pendekatan, serta untuk mengevaluasi seberapa jauh *LEM* dapat memberikan estimasi yang sebanding dengan *FEM* dalam menganalisis lereng yang diperkuat sabut kelapa.

METODE PENELITIAN

Bagan alir penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian
(sumber: Hasil Analisis, 2025)

Analisis Stabilitas Tanah Menggunakan Program SLOPE/W

Studi ini menganalisis stabilitas timbunan tanah dengan membandingkan pemodelan menggunakan lima metode dalam perangkat lunak *SLOPE/W*. Variasi yang digunakan melibatkan penambahan serat sabut kelapa dalam kisaran 0–

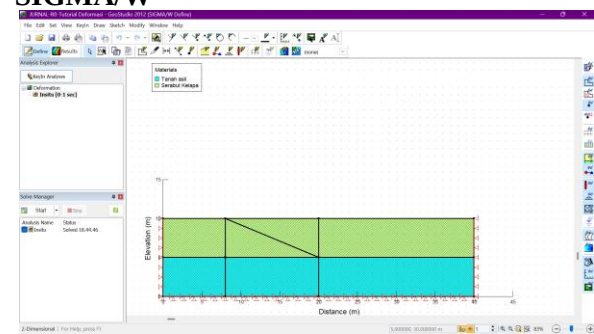
5%, sebagaimana dilakukan dalam penelitian sebelumnya. Rincian pemodelan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan 1: Metode Morgenstern-Price, timbunan tanah dengan 0% sabut kelapa
2. Pemodelan 2: Metode Morgenstern-Price, timbunan tanah dengan 1% sabut kelapa
3. Pemodelan 3: Metode Morgenstern-Price, timbunan tanah dengan 2% sabut kelapa
4. Pemodelan 4: Metode Morgenstern-Price, timbunan tanah dengan 3% sabut kelapa
5. Pemodelan 5: Metode Morgenstern-Price, timbunan tanah dengan 4% sabut kelapa
6. Pemodelan 6: Metode Morgenstern-Price, timbunan tanah dengan 5% sabut kelapa
7. Pemodelan 7: Metode Spencer, timbunan tanah dengan 0% sabut kelapa
8. Pemodelan 8: Metode Spencer, timbunan tanah dengan 1% sabut kelapa
9. Pemodelan 9: Metode Spencer, timbunan tanah dengan 2% sabut kelapa
10. Pemodelan 10: Metode Spencer, timbunan tanah dengan 3% sabut kelapa
11. Pemodelan 11: Metode Spencer, timbunan tanah dengan 4% sabut kelapa
12. Pemodelan 12: Metode Spencer, timbunan tanah dengan 5% sabut kelapa
13. Pemodelan 13: Metode Bishop, timbunan tanah dengan 0% sabut kelapa
14. Pemodelan 14: Metode Bishop, timbunan tanah dengan 1% sabut kelapa
15. Pemodelan 15: Metode Bishop, timbunan tanah dengan 2% sabut kelapa
16. Pemodelan 16: Metode Bishop, timbunan tanah dengan 3% sabut kelapa
17. Pemodelan 17: Metode Bishop, timbunan tanah dengan 4% sabut kelapa
18. Pemodelan 18: Metode Bishop, timbunan tanah dengan 5% sabut kelapa
19. Pemodelan 19: Metode Janbu, timbunan tanah dengan 0% sabut kelapa
20. Pemodelan 20: Metode Janbu, timbunan tanah dengan 1% sabut kelapa
21. Pemodelan 21: Metode Janbu, timbunan tanah dengan 2% sabut kelapa
22. Pemodelan 22: Metode Janbu, timbunan tanah dengan 3% sabut kelapa
23. Pemodelan 23: Metode Janbu, timbunan tanah dengan 4% sabut kelapa
24. Pemodelan 24: Metode Janbu, timbunan tanah dengan 5% sabut kelapa
25. Pemodelan 25: Metode Ordinary, timbunan tanah dengan 0% sabut kelapa
26. Pemodelan 26: Metode Ordinary, timbunan tanah dengan 1% sabut kelapa
27. Pemodelan 27: Metode Ordinary, timbunan tanah dengan 2% sabut kelapa

28. Pemodelan 28: Metode Ordinary, timbunan tanah dengan 3% sabut kelapa
29. Pemodelan 29: Metode Ordinary, timbunan tanah dengan 4% sabut kelapa
30. Pemodelan 30: Metode Ordinary, timbunan tanah dengan 5% sabut kelapa

Perhitungan dan analisis stabilitas tanah ditunjukkan dengan nilai FK, perhitungan pada penelitian ini menggunakan software GeoStudio 2012 berbasis pada konsep Metode Elemen Hingga yaitu SLOPE/W. Adapun tahapan yang digunakan dalam analisis lereng ini adalah sebagai berikut:

Input geometri dan material tanah di dalam SIGMA/W

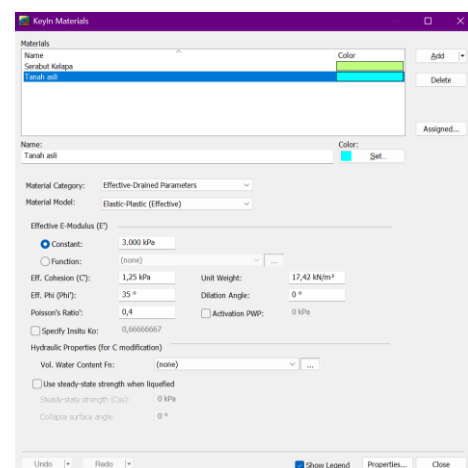


Gambar 2. Input Geometri
(sumber: Hasil Analisis, 2025)

Rincian parameter tanah yang digunakan adalah sebagai berikut:

i. Input Parameter Tanah Asli

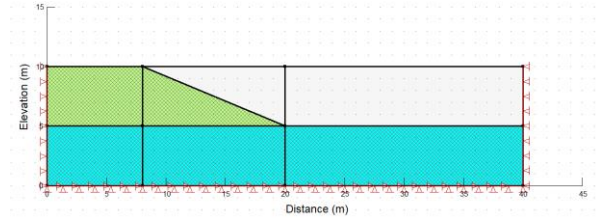
Tanah asli yang dianalisis merupakan tanah lempung lunak. Nilai parameter tanah ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Ridwan (2014) Sementara itu, parameter tanah lainnya diperoleh melalui hasil korelasi parameter tanah.



Gambar 3. Input Parameter Tanah Asli
(sumber: Hasil Analisis, 2025)

ii. Input Parameter Tanah Timbunan

Dalam penelitian ini, parameter tanah timbunan diperoleh berdasarkan studi yang dilakukan oleh Ridwan (2014) dengan judul "Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa terhadap Perkuatan Tanah Lempung". Penelitian tersebut mengkaji tanah lempung lunak yang diperkuat dengan serat sabut kelapa dalam variasi 0% hingga 5%. Pengujian direct shear test kemudian dilakukan pada sampel tanah yang telah dicampur untuk menentukan nilai kohesi (C) dan sudut geser dalam (Φ). Sementara itu, parameter tanah l

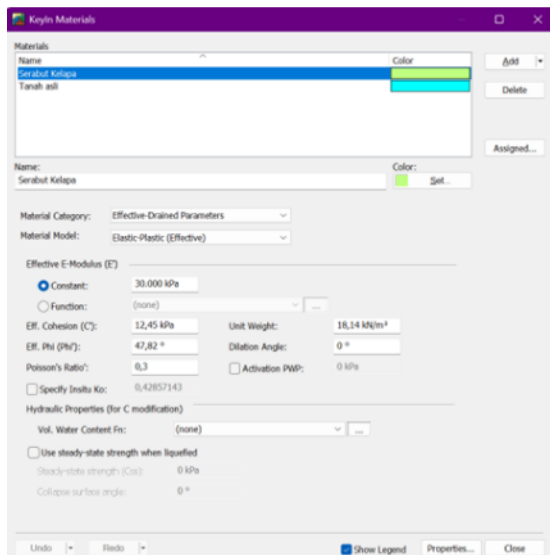


ainnya yang dibutuhkan dalam analisis diperoleh melalui korelasi parameter tanah. Rincian parameter tanah yang digunakan dalam setiap pemodelan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Parameter Tanah Timbunan

Tanah Timbunan	γ unsat (kN/m ³)	γ sat (kN/m ³)	Kx.Ky (m/s)	E (kN/m ²)	ν	Kohesi C (kN/m ²)	Sudut Geser ϕ (°)
Tanah + sabut kelapa 0% terhadap berat kering tanah	18,14	21,24	0,001	30000	0,3	12,45	47,82
Tanah Timbunan + sabut kelapa 1%	18,14	21,24	0,001	30000	0,3	18,17	46,07
Tanah Timbunan + sabut kelapa 2%	18,14	21,24	0,001	30000	0,3	21,41	43,96
Tanah Timbunan + sabut kelapa 3%	18,14	21,24	0,001	30000	0,3	27,56	39,76
Tanah Timbunan + sabut kelapa 4%	18,14	21,24	0,001	30000	0,3	35,07	33,3
Tanah Timbunan + sabut kelapa 5%	18,14	21,24	0,001	30000	0,3	41,44	31,29

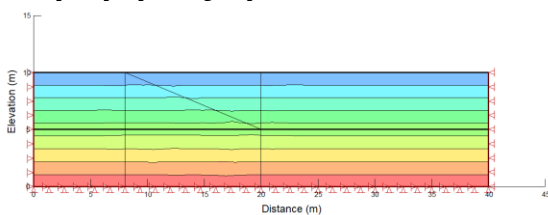
(sumber: Ridwan,2014)



Gambar 4. Input Parameter Tanah Timbunan (sumber: Hasil Analisis, 2025)

Solve Manager SIGMA/W

Input dan pengaturan model sudah selesai dibuat, tahap selanjutnya yaitu mengecek model yang telah disesuaikan dengan data material dan skenario. Apabila sudah sesuai maka tahapan selanjutnya yaitu penyelesaian model SIGMA/W.



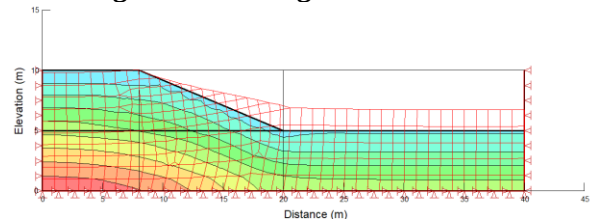
Gambar 5. Hasil Solve Manager SIGMA/W (sumber: Hasil Analisis, 2025)

Manipulasi Lereng Model

Pembuatan lereng pada kondisi eksisting dengan cara menghilangkan beberapa material seperti konstruksi cut pada lereng.

Gambar 6. Memanipulasi Lereng Model (sumber: Hasil Analisis, 2025)

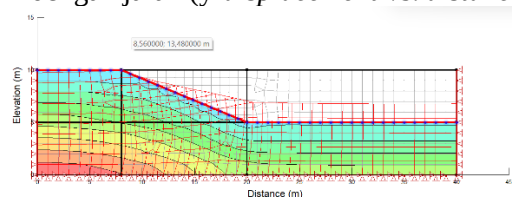
Resolving Model Lereng



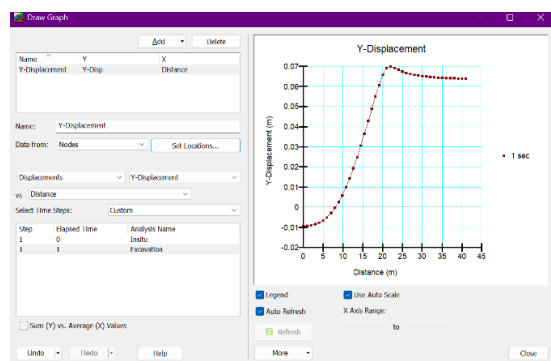
Gambar 7. Hasil Solve Manager Model Lereng (sumber: Hasil Analisis, 2025)

Analisis Hasil Model Lereng

Hasil model lereng dapat dilihat pada SIGMA/W dengan membuat grafik hubungan *displacement*, total stress, dan tekanan air pori. Namun, pada hasil lereng ini akan dibahas hubungan *y-displacement* dengan jarak (*y-displacement vs. distance*).

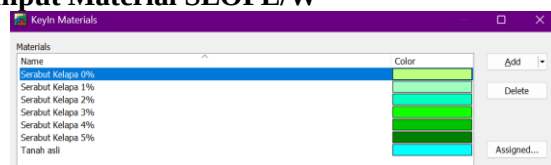


Gambar 8. Pengaturan Lokasi Graph Y-Displacement (sumber: Hasil Analisis, 2025)

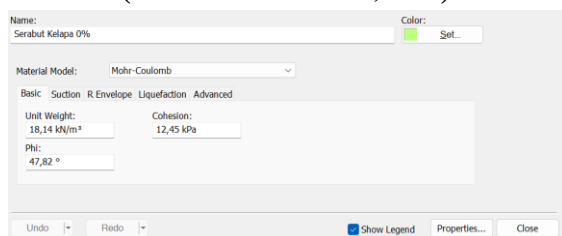


Gambar 9. Hasil Graph Y-Displacement vs. Distance (sumber: Hasil Analisis, 2025)

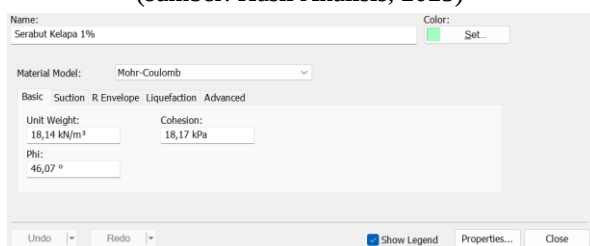
Input Material SLOPE/W



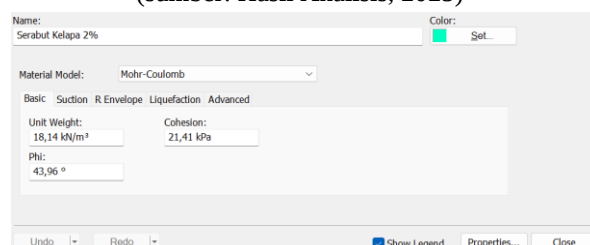
Gambar 10. Input Material SLOPE/W (sumber: Hasil Analisis, 2025)



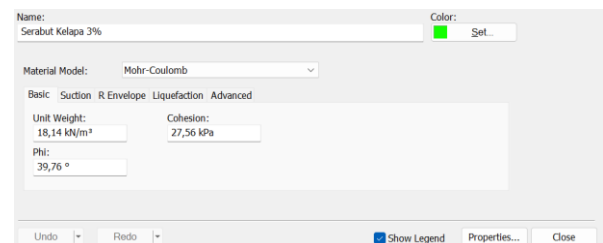
Gambar 11. KeyIn Material Serabut Kelapa 0% (sumber: Hasil Analisis, 2025)



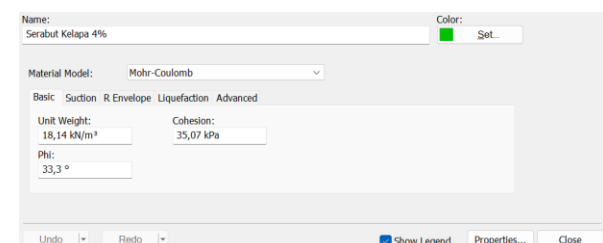
Gambar 12. KeyIn Material Serabut Kelapa 1% (sumber: Hasil Analisis, 2025)



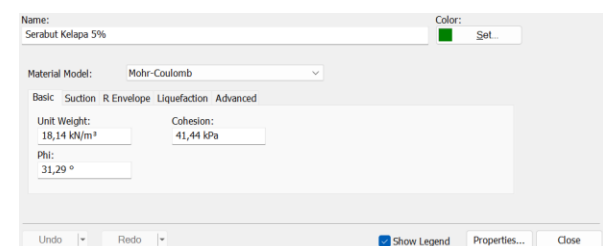
Gambar 13. KeyIn Material Serabut Kelapa 2% (sumber: Hasil Analisis, 2025)



Gambar 14. KeyIn Material Serabut Kelapa 3% (sumber: Hasil Analisis, 2025)



Gambar 15. KeyIn Material Serabut Kelapa 4% (sumber: Hasil Analisis, 2025)



Gambar 16. KeyIn Material Serabut Kelapa 5% (sumber: Hasil Analisis, 2025)

Solve Manager SLOPE/W

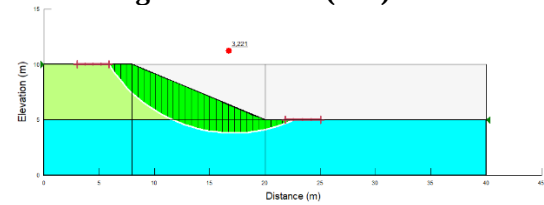
Hasil faktor aman akan dianalisis pada tahap *Solve Manager*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

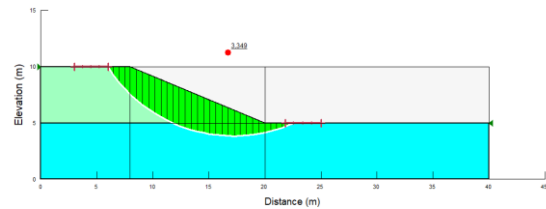
Analisis Faktor Keamanan

Berdasarkan Hasil Analisis menggunakan software Slope/W, stabilitas lereng timbunan dengan perkuatan sabut kelapa dianalisis menggunakan lima metode keseimbangan batas, yaitu *Morgenstern-Price (MP)*, *Spencer*, *Bishop Simplified*, *Janbu Simplified*, dan *Ordinary Method of Slices*.

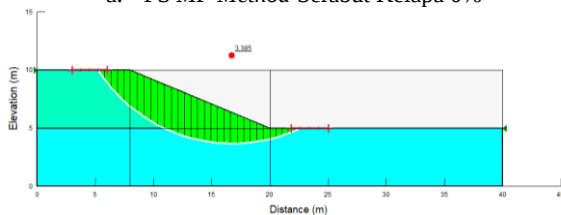
Metode Morgenstern-Price (MP)



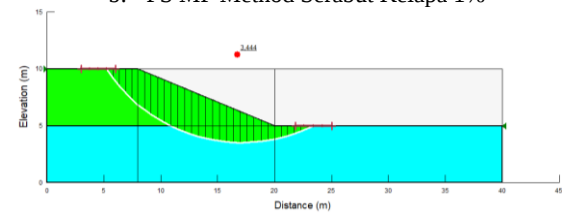
a. FS MP Method Serabut Kelapa 0%



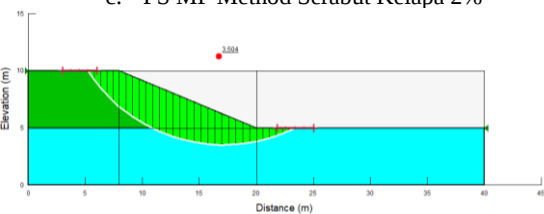
b. FS MP Method Serabut Kelapa 1%



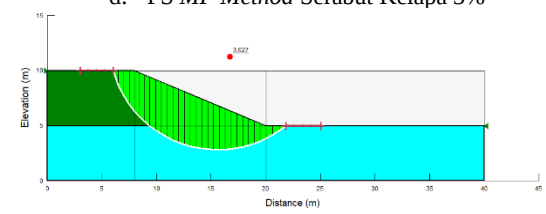
c. FS MP Method Serabut Kelapa 2%



d. FS MP Method Serabut Kelapa 3%



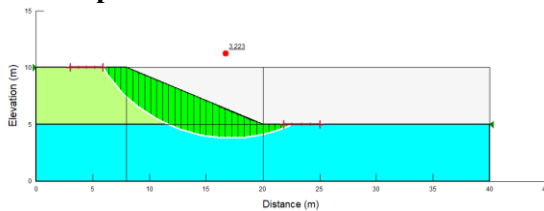
e. FS MP Method Serabut Kelapa 4%



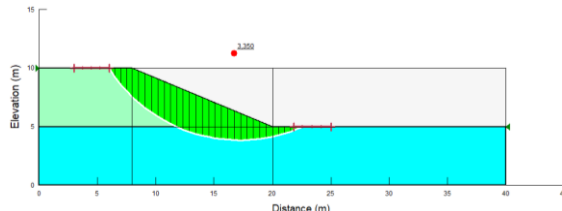
f. FS MP Method Serabut Kelapa 5%

Gambar 17. Nilai Faktor Keamanan dengan Metode Morgenstern-Price
(sumber: Hasil Analisis Geo-slope, 2025)

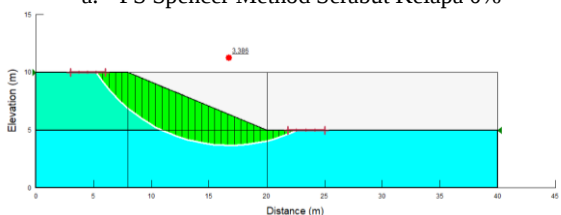
Metode Spencer



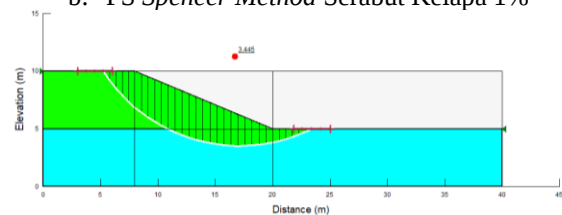
a. FS Spencer Method Serabut Kelapa 0%



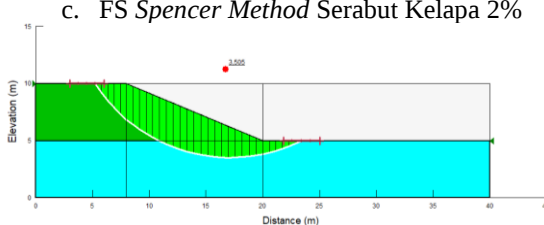
b. FS Spencer Method Serabut Kelapa 1%



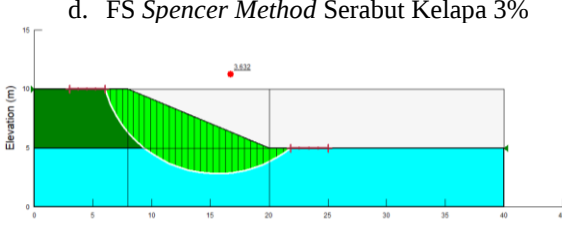
c. FS Spencer Method Serabut Kelapa 2%



d. FS Spencer Method Serabut Kelapa 3%



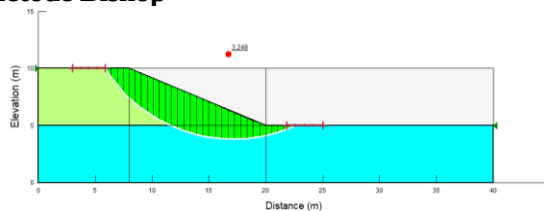
e. FS Spencer Method Serabut Kelapa 4%



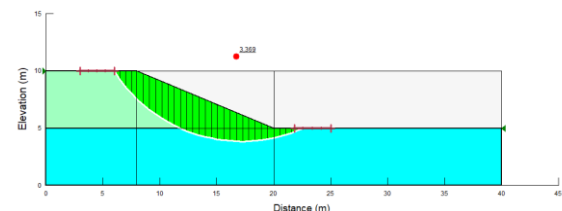
f. FS Spencer Method Serabut Kelapa 5%

Gambar 18. Nilai Faktor Keamanan dengan Metode Spencer
(sumber: Hasil Analisis Geo-slope, 2025)

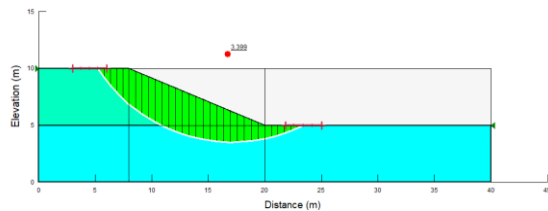
Metode Bishop



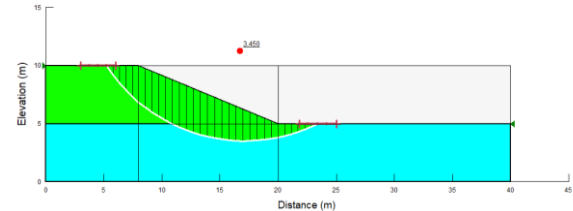
a. FS Bishop Method Serabut Kelapa 0%



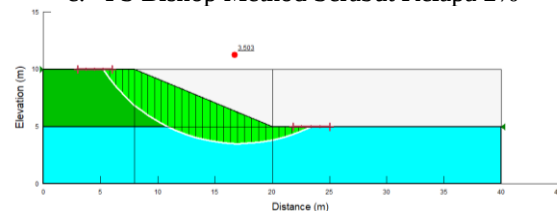
b. FS Bishop Method Serabut Kelapa 1%



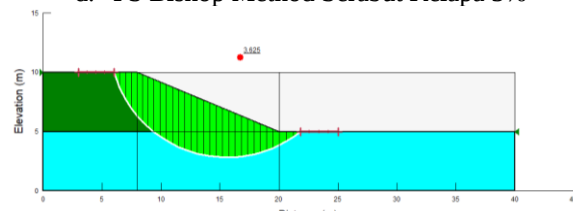
c. FS Bishop Method Serabut Kelapa 2%



d. FS Bishop Method Serabut Kelapa 3%



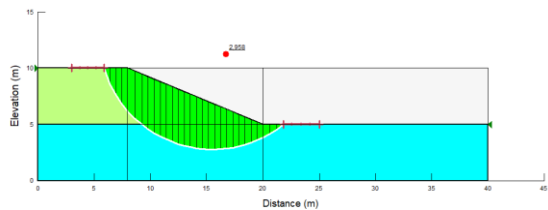
e. FS Bishop Method Serabut Kelapa 4%



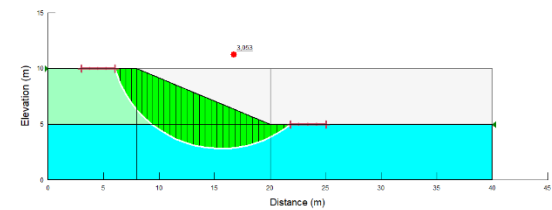
f. FS Bishop Method Serabut Kelapa 5%

Gambar 19. Nilai Faktor Keamanan dengan Metode Bishop
(sumber: Hasil Analisis Geo-slope, 2025)

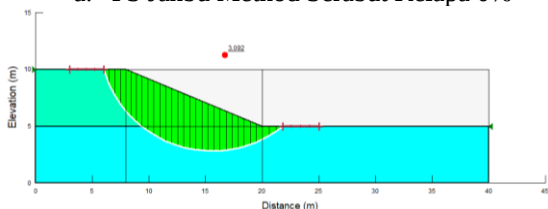
Metode Janbu



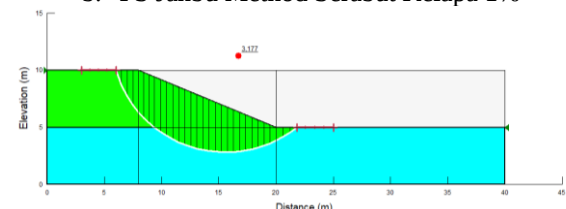
a. FS Janbu Method Serabut Kelapa 0%



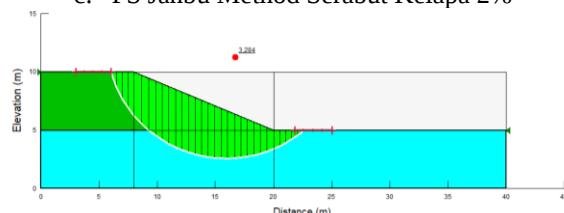
b. FS Janbu Method Serabut Kelapa 1%



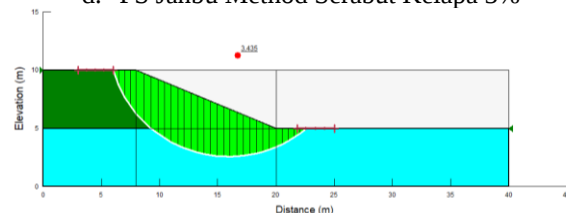
c. FS Janbu Method Serabut Kelapa 2%



d. FS Janbu Method Serabut Kelapa 3%



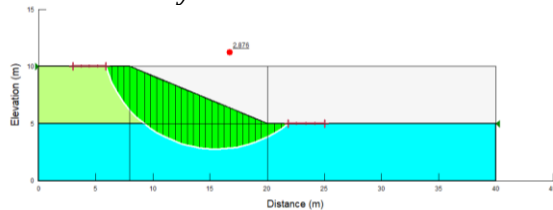
e. FS Janbu Method Serabut Kelapa 4%



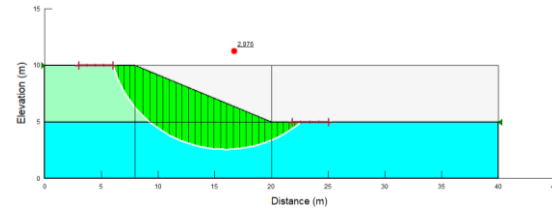
f. FS Janbu Method Serabut Kelapa 5%

Gambar 19. Nilai Faktor Keamanan dengan Metode Janbu
(sumber: Hasil Analisis Geo-slope, 2025)

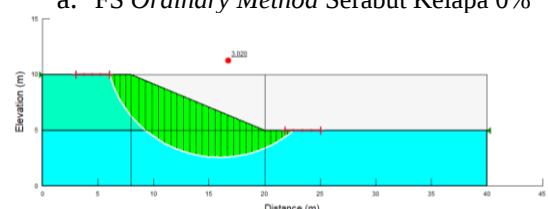
Metode Ordinary



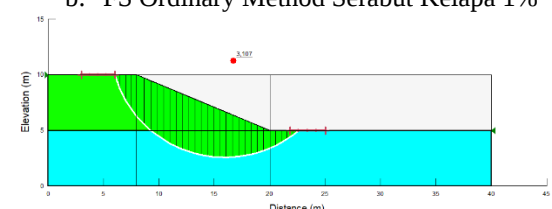
a. FS Ordinary Method Serabut Kelapa 0%



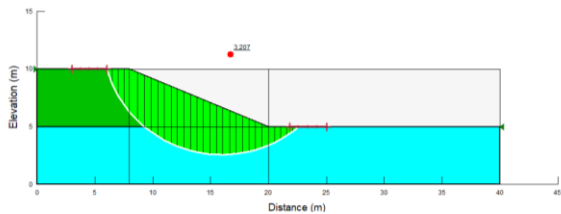
b. FS Ordinary Method Serabut Kelapa 1%



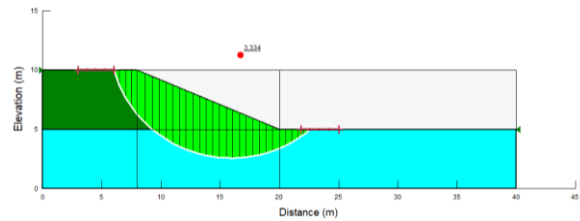
c. FS Ordinary Method Serabut Kelapa 2%



d. FS Ordinary Method Serabut Kelapa 3%



e. FS Ordinary Method Serabut Kelapa 4%



f. FS Ordinary Method Serabut Kelapa 5%

Gambar 20. Nilai Faktor Keamanan dengan Metode Ordinary
(sumber: Hasil Analisis Geo-slope, 2025)

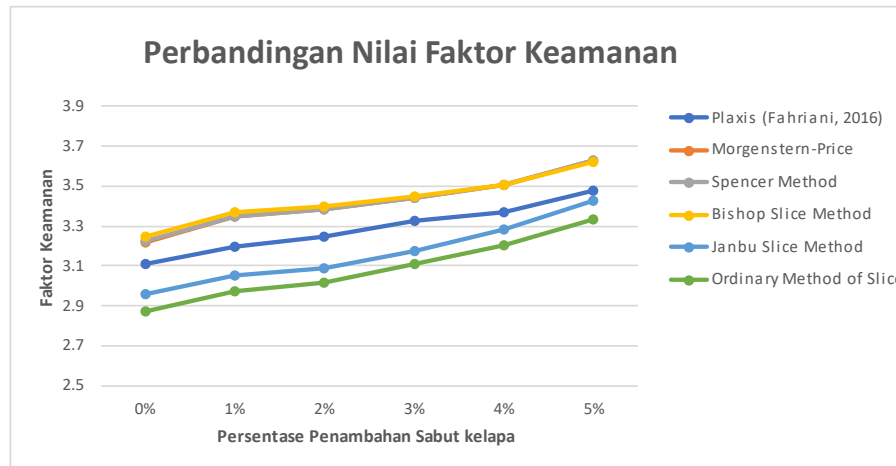
Pada penelitian ini, masing-masing metode digunakan untuk mengevaluasi faktor keamanan (FoS) pada enam permodelan timbunan tanah dengan variasi persentase perkuatan sabut kelapa dari 0% hingga 5%. Setiap metode memiliki pendekatan perhitungan yang berbeda dalam menentukan keseimbangan momen dan gaya,

yang dapat menghasilkan variasi dalam nilai faktor keamanan. Hasil perhitungan untuk setiap metode disajikan dalam bentuk tabel dan grafik berikut, yang menunjukkan pengaruh penambahan sabut kelapa terhadap stabilitas lereng berdasarkan masing-masing metode analisis.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Nilai Faktor Keamanan

Software dan Metode		Persentase Bahan Tambahan Sabut Kelapa					
		0%	1%	2%	3%	4%	5%
Plaxis (Fahriani, 2016)		3.11	3.2	3.25	3.33	3.37	3.48
Geostudio Slope/W 2012	<i>Morgenstern-Price</i>	3.221	3.349	3.385	3.44	3.504	3.627
	<i>Spencer Method</i>	3.223	3.35	3.386	3.445	3.505	3.632
	<i>Bishop Slice Method</i>	3.248	3.369	3.399	3.45	3.503	3.625
	<i>Janbu Slice Method</i>	2.958	3.053	3.092	3.177	3.284	3.425
	<i>Ordinary Method of Slice</i>	2.876	2.976	3.02	3.107	3.207	3.334

(sumber: Hasil Analisis, 2025)

**Gambar 47.** Grafik Perbandingan Nilai Faktor Keamanan
(sumber: Hasil Analisis, 2025)

Grafik di atas menunjukkan perbandingan nilai faktor keamanan lereng timbunan dengan variasi persentase penambahan sabut kelapa (0%–5%) berdasarkan beberapa metode analisis stabilitas, yaitu Plaxis (Fahriani, 2016), *Morgenstern-Price*, *Spencer*, *Bishop Slice Method*, *Janbu Slice Method*, dan *Ordinary Method of Slice*. Secara umum, semua metode menunjukkan tren peningkatan faktor keamanan seiring dengan bertambahnya persentase sabut kelapa, menandakan bahwa perkuatan sabut kelapa berkontribusi positif terhadap stabilitas lereng.

Metode *Morgenstern-Price* menghasilkan nilai faktor keamanan tertinggi, sedangkan *Ordinary Method of Slice* memberikan hasil yang paling rendah, mencerminkan perbedaan akurasi dan pendekatan keseimbangan dalam masing-masing metode.

Selisih nilai faktor keamanan antara Plaxis (Fahriani, 2016) dan Geostudio Slope/W 2012 menunjukkan perbedaan yang kecil, dengan persentase selisih yang relatif rendah, yaitu 0.154% pada 0% sabut kelapa, 0.606% pada 1%, 0.197% pada 2%, 0.186% pada 3%, 0.908% pada

4%, dan 1.397% pada 5% seperti pada tabel 3-8 dibawah ini. Persentase selisih yang kecil ini mengindikasikan bahwa kedua metode perhitungan memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dan hasil yang konsisten dalam menganalisis stabilitas lereng. Pada penambahan 0% hingga 3% sabut kelapa, selisihnya sangat kecil (<1%), menunjukkan bahwa kedua software memberikan hasil yang hampir serupa. Namun, pada 4% dan 5% sabut kelapa, persentase selisih meningkat hingga di atas 0.9% dan 1.3%, yang dapat mengindikasikan pengaruh material tambahan terhadap metode perhitungan yang lebih kompleks dalam Geostudio Slope/W.

Tabel 3. Tabel Selisih Campuran 0%

Software dan Metode	Timbunan tanah tanpa bahan tambahan			
	0%	Rata Rata	Selisih	Persentase Selisih
Plaxis (Fahriani,2016)	3.11	3.11		
	MP	3.221		
Geostudio Slope/W 2012	Spencer	3.223	0.0048	0.154%
	Bishop	3.248		
	Janbu	2.958		
	Ordinary	2.876		

(sumber: Hasil Analisis, 2025)

Tabel 4. Tabel Selisih Campuran 1%

Software dan Metode	Timbunan tanah tanpa bahan tambahan			
	0%	Rata Rata	Selisih	Persentase Selisih
Plaxis (Fahriani,2016)	3.2	3.2		
	MP	3.349		
Geostudio Slope/W 2012	Spencer	3.35	0.0194	0.606%
	Bishop	3.369		
	Janbu	3.053		
	Ordinary	2.976		

(sumber: Hasil Analisis, 2025)

Tabel 5. Tabel Selisih Campuran 2%

Software dan Metode	Timbunan tanah tanpa bahan tambahan			
	0%	Rata Rata	Selisih	Persentase Selisih
Plaxis (Fahriani,2016)	3.25	3.25		
	MP	3.385		
Geostudio Slope/W 2012	Spencer	3.386	0.0064	0.197%
	Bishop	3.399		
	Janbu	2.092		
	Ordinary	3.02		

(sumber: Hasil Analisis, 2025)

Tabel 6. Tabel Selisih Campuran 3%

Software dan Metode	Timbunan tanah tanpa bahan tambahan			
	0%	Rata Rata	Selisih	Persentase Selisih
Plaxis (Fahriani,2016)	3.33	3.33		
	MP	3.44		
Geostudio Slope/W 2012	Spencer	3.445	0.0062	0.186%
	Bishop	3.45		
	Janbu	3.177		
	Ordinary	3.107		

(sumber: Hasil Analisis, 2025)

Tabel 7. Tabel Selisih Campuran 4%

Software dan Metode	Timbunan tanah tanpa bahan tambahan			
	0%	Rata Rata	Selisih	Persentase Selisih
Plaxis (Fahriani,2016)	3.37	3.37		
	MP	3.504		
Geostudio Slope/W 2012	Spencer	3.505	3.4006	0.0306
	Bishop	3.503		
	Janbu	3.284		
	Ordinary	3.207		

(sumber: Hasil Analisis, 2025)

Tabel 8. Tabel Selisih Campuran 5%

Software dan Metode	Timbunan tanah tanpa bahan tambahan			
	0%	Rata Rata	Selisih	Persentase Selisih
Plaxis (Fahriani,2016)	3.48	3.48		
	MP	3.627		
Geostudio Slope/W 2012	Spencer	3.632	3.5286	1,397%
	Bishop	3.625		
	Janbu	3.425		
	Ordinary	3.334		

(sumber: Hasil Analisis, 2025)

KESIMPULAN

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa Geostudio Slope/W 2012 menghasilkan nilai faktor keamanan (FoS) yang konsisten dengan penelitian Fahriani (2016) menggunakan Plaxis, meskipun terdapat selisih kecil. Selisih FoS berkisar antara 0.154% pada 0% sabut kelapa hingga 1.397% pada 5% sabut kelapa, dengan 0%–3% memiliki selisih <1%, menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi meskipun naik pada 4% (0.908%) dan 5% (1.397%) Tren peningkatan FoS terlihat konsisten pada hasil analisis GeoStudio Slope/W maupun hasil yang dibandingkan dari studi terdahulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adekemi, A. L., Adejumo, A. A., & Adeniji, A. A. (2024). Improvement Of Geotechnical Properties of a Coir Reinforced Laterite. *Fudma Journal of Sciences*, 8(4), 283–290. <https://doi.org/10.33003/fjs-2024-0804-2619>
- Fahriani, F. (2016). Analisis Stabilitas Tanah Timbunan dengan Perkuatan Sabut Kelapa. *Forum Profesional Teknik Sipil (Fropil)*, 4((2)), 83–91. <https://doi.org/10.33019/fropil.v4i2.1242>
- Fatoni, M., Nugroho Putro, E., & Agustina, D. H. (2023). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Perkuatan Shotcrete Menggunakan Plaxis (Studi Kasus : Ruas Jalan Tarempa-Rintis Sta 07+800 Kab. Anambas). *Sigma Teknika*, 6(1), 223–230. <https://doi.org/https://doi.org/10.33373/sigmateknika.v6i1.5150>
- Ikhwan, M. Z. (2024). Analisis Lereng Tanpa Perkuatan dan Dengan Perkuatan TPT Pada Software Geoslope. *Kridatama Sains Dan*

- Teknologi, 6, 912–927. <https://doi.org/https://doi.org/10.53863/kst.v6i02.1463>
- Liu, L., Xu, W., & Shi, C. (2012). Stability analysis of steep-high rock slope based on block mechanical theory - Case in Jiangping River hydropower station. *Advanced Materials Research*, 361–363, 1689–1693. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.361-363.1689>
- Manopo, S., Ambarwati, N., Afianti, R., Said Halim Limtar, A., Pratama Putra Kobba, A., Geril, M. L., Markus Enus, M., Putra Yolendra, E., Budimansyah, A., Thomas, K. W., & Yudho, D. G. C. (2022). Analisis Rock Mass Rating (RMR) di Daerah Gunung Pucangan Kabupaten Jombang Provinsi Jawa Timur. In *J. SEMITAN* (Vol. 1, Issue 1). <https://doi.org/https://doi.org/10.31284/j.semitan.2022.3201>
- Puspita, N. (2017). Analisa Stabilitas Lereng Badan Jalan terhadap longsor dengan metode Finite Element (FEM) pada ruas jalan Muara Enim-Lahat-Tebing Tinggi. *Teknika*. <https://doi.org/https://doi.org/10.35449/tek nika.v4i1.55>
- Raja, S., & Murthy, C. S. N. (2024). Influence of Structural Discontinuity on Slope Stability using Numerical Modelling and Sirovision. *Journal of Mines, Metals and Fuels*, 72(1), 53–69. <https://doi.org/10.18311/jmmf/2024/34911>
- Rojudin, D., Lutfi, M., & Taqwa, F. M. L. (2020). Analisis Keamanan Lereng Galian Tanah di Area Pertambangan Bauksit (Studi Kasus di Desa Pedalaman Kecamatan Tayan Hilir, Kabupaten Sanggau, Kalimantan Barat). In *Prosiding Civil Engineering, Environmental, Disaster and Risk Management Symposium*. <https://tinyurl.com/rgaterojudin>
- Saldi, M., Masri, & Hasria. (2020). Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Bishop di Pit ALC-14. *Geomine*, 162. <https://doi.org/https://doi.org/10.33536/jg.v8i2.621>
- Sepriadi Sepriadi, & Mirza Adiwarman. (2024). Analisis Kestabilan Lereng Highwall Dengan Metode Morgenstern Price Pada PIT 2 Banko Barat Di PT. Bukit Asam, Tbk. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Sains*, 2(2), 66–73. <https://doi.org/10.62278/jits.v2i2.38>
- Syaiful, S., Taqwa, F. M. L., & Mukhtadir, R. (2023). Evaluation of failure and design of structural reinforcement for gabion-type retaining walls. *Ibn Khaldun International Journal of Applied Sciences and Sustainability*, 1(1), 69–88. Retrieved from <https://ejournal.uika-bogor.ac.id/index.php/IJASS/article/view/13762>
- Taqwa, F. M. L., Kholik, M., & Syaiful, S. (2017). Perhitungan Faktor Keamanan dan Pemodelan Lereng Sanitary Landfill dengan Faktor Keamanan Optimum di Klapanunggal, Bogor. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang. <http://research-report.umm.ac.id/index.php/sentra/article/view/1427>
- Wahab, D. A., Tohari, A., & Hamdhan, I. N. (2024). Numerical Modeling of Claystone Slope Stability (Case Study of the Sumedang-Cirebon Road Section Km 68+750). *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 29(2), 173–182. <https://doi.org/10.14710/mkts.v29i2.53704>
- Widianti, A., Diana, W., & Fikriyah, Z. S. (2021). Unconfined Compressive Strength of Clay Strengthened by Coconut Fiber Waste. *Proceedings of the 4th International Conference on Sustainable Innovation 2020–Technology, Engineering and Agriculture (ICoSITEA 2020)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.2991/aer.k.210204.010>
- Widianti, A., Negara, A. A. B., Elmino, T. S., & Ramadhani, L. (2022). Utilization Of Coir Fibers to Improve The Bearing Capacity and Tensile Strength Of Expansive Clay. *International Journal Of Geomate*, 23(95), 20–26. <https://doi.org/10.21660/2022.95.16>
- Widianti, A., Sudi, S. A., Rahmawati, A., & Wibowo, D. E. (2024). Increasing Unconfined Compressive Strength of Soft Clay Stabilized with Coir Fiber and Bagasse Ash Mix. *UKaRST*, 8(1), 15–27. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v8i1.5548>
- Yanuardian, A. R., Indrawan, I. G. B., & Warmada, I. W. (2018). Analisis Kestabilan Lereng di Desa Terbah dan Sekitarnya, Kecamatan Patuk, Kabupaten Gunung Kidul Berdasarkan Slope Stability Probability Classification. *Riset Geologi dan Pertambangan*, 28(1), 101. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2018.v28.745>
- Ridwan. (2014). Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa terhadap Perkuatan Tanah Lempung (Tugas Akhir). Universitas Bangka Belitung. <https://repository.ubb.ac.id/id/eprint/1006/>