

**ANALISIS STABILITAS LERENG DENGAN METODE ELEMEN HINGGA
(STUDI KASUS: AKSES JALAN DS. SUKAGALIH, KEC.
MEGAMENDUNG, KAB. BOGOR, JAWA BARAT)**

**Xbal Meiprastyo, Alfilla Rahma Putri, Moch. Rega Arieva, Siska Surya Ningrum, Taufik
Deyusman Ruswanda***

Universitas Jenderal Achmad Yani, Indonesia

Email: xbal.meiprastyo@lecture.unjani.ac.id, alfillay3@gmail.com, regaaarieva@gmail.com,
siskasurya20188@gmail.com, taufikdruswanda@gmail.com*

Kata Kunci

Stabilitas lereng,
perkuatan lereng, metode
elemen hingga, plaxis
2D, kombinasi

Abstrak

Stabilitas lereng merupakan aspek krusial dalam perencanaan konstruksi, terutama pada wilayah dengan potensi longsor tinggi seperti Desa Sukagalih, Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Kondisi tanah yang labil dan curah hujan yang tinggi meningkatkan risiko kegagalan lereng, sehingga diperlukan analisis geoteknik untuk memastikan keamanan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi eksisting lereng, mengevaluasi tingkat kestabilannya, serta memberikan solusi perkuatan kombinasi, meliputi gabion, geotekstil, ankur, dan cerucuk bambu. Pendekatan penelitian dilakukan secara numerik menggunakan metode elemen hingga (Finite Element Method/FEM) dengan perangkat lunak Plaxis 2D. Data yang digunakan mencakup hasil uji tanah di laboratorium, data lapangan dari Cone Penetration Test (CPT), serta data pendukung lainnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi eksisting, terutama saat jenuh air, lereng memiliki faktor keamanan hanya 0,520, jauh di bawah standar minimum. Setelah dilakukan analisis perkuatan pada lereng atas, metode kombinasi gabion, geotekstil, dan ankur memberikan hasil paling optimal, dengan faktor keamanan lereng atas mencapai 1,662 pada kondisi eksisting, 1,496 pada kondisi jenuh air, dan 1,471 pada kondisi gempa. Pada lereng bawah, nilai faktor keamanan tercatat 1,431 pada kondisi eksisting, 1,382 kondisi jenuh air, dan 1,254 kondisi gempa. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemilihan metode perkuatan yang tepat dapat secara signifikan meningkatkan stabilitas lereng dan mengurangi risiko longsor, sehingga relevan untuk diterapkan pada proyek infrastruktur di daerah rawan longsor.

Keywords: *slope stability, slope reinforcement, finite element method, Plaxis 2D, gabion*

Abstract

Slope stability is a crucial aspect of construction planning, particularly in areas with a high risk of landslides, such as Sukagalih Village, Megamendung District, Bogor Regency, West Java. Unstable soil conditions and high rainfall intensities increase the likelihood of slope failure, making geotechnical analysis essential to ensure safety. This study aims to analyze the existing slope conditions, evaluate their stability, and compare the effectiveness of several reinforcement methods, including gabion, geotextile, anchor, and bamboo piles. A numerical approach was applied using the Finite Element Method (FEM) through Plaxis 2D software. The data used include laboratory soil test results, field data from Cone Penetration Test (CPT), and other supporting information. The analysis

revealed that, in its existing state—especially under saturated conditions—the slope had a safety factor of only 0.520, far below the minimum standard. After reinforcement analysis, the gabion method yielded the most optimal results, with the upper slope safety factor reaching 1.662 in existing conditions, 1.496 under saturated conditions, and 1.471 under seismic conditions. For the lower slope, the safety factor reached 1.431 in existing conditions, 1.382 under saturated conditions, and 1.254 under seismic conditions. These findings indicate that selecting the appropriate reinforcement method can significantly improve slope stability and reduce landslide risk, making it relevant for infrastructure projects in landslide-prone areas.



PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan kondisi topografi yang beraneka ragam, yang menyebabkan banyaknya perbedaan elevasi antara satu daerah dengan daerah lainnya, sehingga membentuk suatu lereng. Lereng adalah suatu permukaan tanah yang membentuk sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal, masa tanah yang mempunyai permukaan miring selalu ada kecenderungan bahwa sebagian masa tanah tersebut akan longsor dari lokasi yang lebih tinggi ke lokasi yang lebih rendah. Lereng yang memiliki kondisi sudut kemiringan tertentu dengan bidang horizontal menyebabkan kestabilan lereng menjadi permasalahan yang sering dihadapi pada proses pekerjaan konstruksi (Surendro, 2015).

Di Daerah Jawa Barat, khususnya di Bogor mempunyai curah hujan yang cukup tinggi sehingga menyebabkan beban air yang jatuh di kawasan tersebut menimbulkan pergerakan tanah. Analisis stabilitas lereng dilakukan untuk memeriksa ketidakpastian lereng eksisting dalam menahan beban yang ditanggungnya. Stabilitas lereng berfungsi memastikan bahwa lereng aman untuk aktivitas masyarakat sekitar, menentukan jenis perkuatan lereng yang sesuai dengan geometrik lereng, dan menentukan rencana pengendalian sebelum fenomena longsor terjadi (Mahfuzh, 2024).

Penelitian terdahulu oleh Wicaksono et al. (2020) menghasilkan peta kerentanan longsor di wilayah Bogor menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan memperoleh nilai *area under curve* (AUC) sebesar 0,834 yang menunjukkan tingkat akurasi model yang baik. Namun, studi ini bersifat spasial dan makro karena hanya memetakan kawasan rawan tanpa mengevaluasi kestabilan lereng secara mekanik maupun menilai efektivitas metode perkuatan tertentu pada lereng jalan. Sementara itu, Silalahi et al. (2019) menerapkan metode *Frequency Ratio* (FR) berbasis GIS untuk menganalisis kerentanan longsor di Bogor dengan memanfaatkan variabel lingkungan seperti kemiringan lereng, jenis tanah, dan curah hujan. Pendekatan ini efektif dalam pemetaan kerentanan secara statistik, tetapi tidak membahas perilaku mekanis lereng, kondisi kritis saat jenuh air, ataupun pengujian terhadap metode perkuatan seperti gabion atau *geotextile*.

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi kondisi lereng eksisting di Desa Sukagalih, menganalisis kestabilannya pada berbagai kondisi (normal, jenuh air, dan gempa), serta memberikan rekomendasi teknik perkuatan paling optimal untuk meningkatkan faktor keamanan. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi teknis yang aplikatif untuk meningkatkan keselamatan infrastruktur jalan, melindungi masyarakat di sekitar area rawan longsor, dan menjadi acuan bagi perencanaan mitigasi bencana pada wilayah dengan topografi miring dan curah hujan tinggi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan *software plaxis 2D*. studi kasus akses jalan di Desa Sukagalih, Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Tahapan yang harus dipenuhi dalam penulisan penelitian ini diantaranya, studi literatur dan pemahaman terhadap *software plaxis 2d*, dimana tahap ini mempelajari berbagai literatur serta penelitian dengan kondisi serupa yang mana nantinya dapat menjadi acuan. Tahap pengumpulan data, merupakan proses penting guna memperoleh penyelesaian permasalahan, meliputi data tanah dilapangan, uji laboratoium, serta data desain geometrik lereng. Data ini yang nantinya digunakan sebagai parameter input pada *software plaxis 2d*. Tahap pemodelan lereng, pemodelan dilakukan pada *software plaxis 2d*, setelah data *bore-hole* dan sondir didapat, diketahui jenis, kekuatan, dan sifat-sifat tanah, kemudian dibuat statigrafi lapisan tanah. Data inilah yang menjadi awal pemodelan properti pada input *software plaxis 2d*.

Selanjutnya yaitu tahap analisis, pada tahap ini terbagi menjadi beberapa bagian, pertama lereng dianalisis secara keseluruhan dengan kondisi yang berbeda, yaitu kondisi eksisting, jenuh air dan gempa. Jika hasil analisis menunjukkan bahwa nilai keamanan lereng tidak terpenuhi, maka dilakukan perkuatan pada lereng, yang mana nantinya lereng dapat dibagi menjadi dua bagian, agar mempermudah analisis, yaitu lereng atas menggunakan material perkuatan kombinasi antara angkur, geotekstil dan beronjong, sedangkan lereng bawah menggunakan material perkuatan kombinasi cerucuk bambu dan gabion. Pada tahap akhir, dapat dilihat apakah lereng mengalami kenaikan angka keamanan setelah diberi perkuatan sesuai dengan kondisi yang dimodelkan dan sesuai dengan yang disyaratkan.

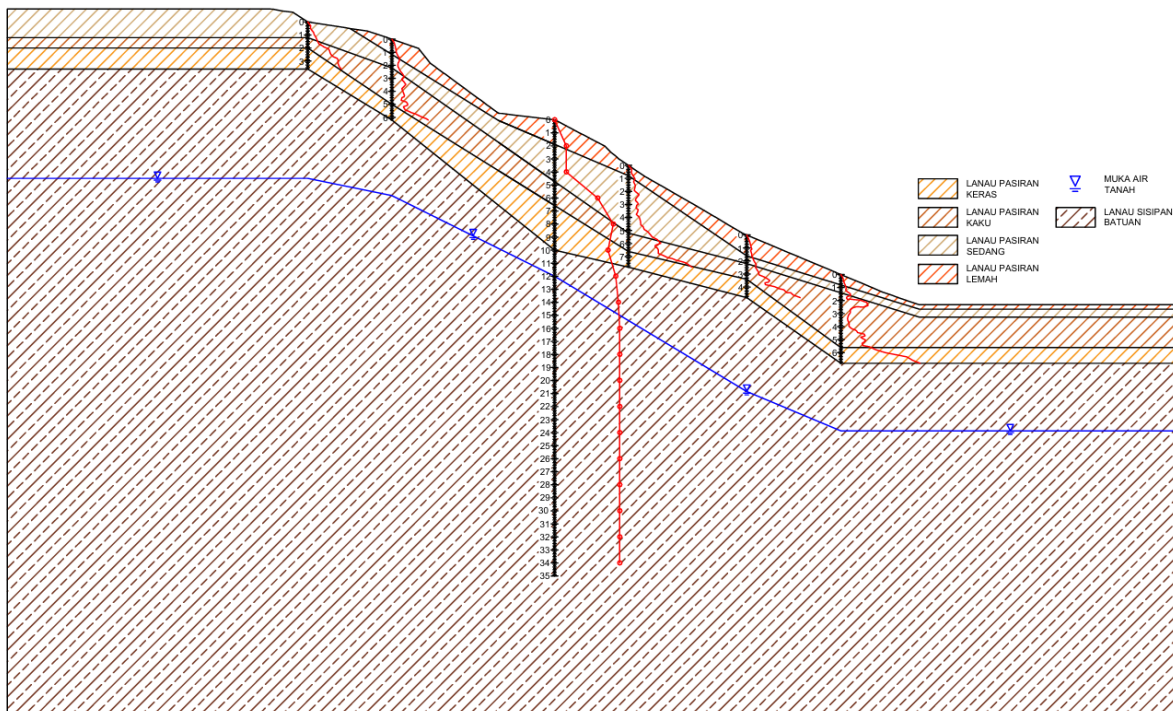
HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Input Plaxis

Table 1. Parameter Input Material Soil

No.	Jenis Tanah	γ unsat (kN/m ³)	γ sat (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ (°)	E (kN/m ²)
1	Lanau Pasiran Lemah	14,24	17,9	5	28,45	25000
2	Lanau Pasiran Sedang	10	17,2	25,69	24,2	4500
3	Lanau Pasiran Kaku	10,3	16,17	112,48	34,66	14700
4	Lanau Pasiran Keras	16	17	28,8	39	16200
5	Lanau Sisipan Batuan	17	17	30	25	16800

Stratigrafi



Gambar 1. Stratigrafi

Analisis Lereng Situasi Eksisting, Jenuh Air, dan Gempa

Berdasarkan hasil analisis lereng tak terbagi, diperoleh nilai *Safety Factor* (SF) dari pemodelan *software Plaxis 2D* pada kondisi eksisting sebesar 1,028, dan kondisi jenuh air dan gempa sebesar 0,442. Nilai ini menunjukkan bahwa kondisi lereng tergolong kritis atau tidak aman, karena nilai *Safety Factor* (SF) < 1,5. Maka dari itu lereng perlu dipasang perkuatan pada bagian yang mengalami keruntuhan.

Perencanaan Perkuatan Lereng Situasi Eksisting

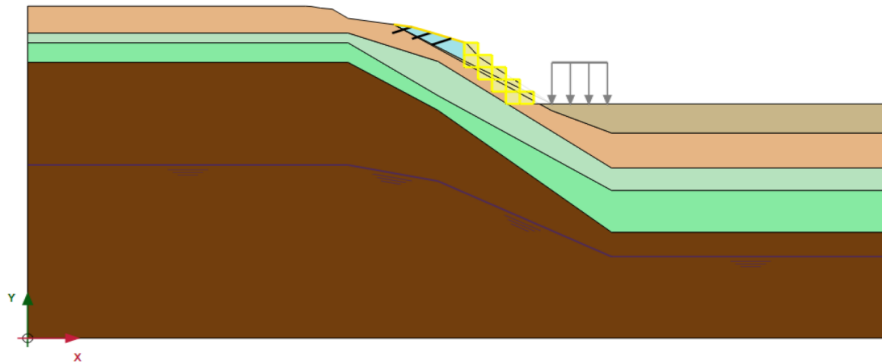
Pada kondisi lereng diatas jalan, lereng mengalami kelongsoran sehingga perlu direncanakan perkuatan.

Perencanaan Perkuatan pada Lereng Atas

Perkuatan yang direncanakan untuk lereng bagian atas yaitu kombinasi antara angkur, geotekstil dan beronjong.

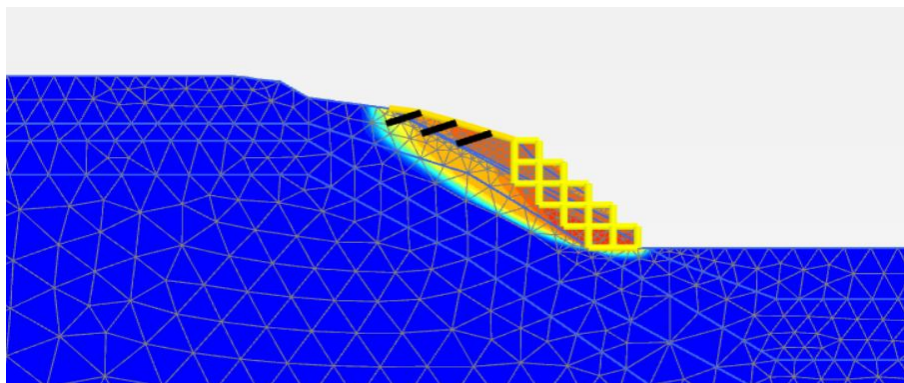
a. Kombinasi Angkur, *Geotextile* dan *Gabion* (Bronjong)

Pada kombinasi ini pemodelan perkuatan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Pemodelan Kombinasi Angkur, Geotekstil dan Beronjong pada Lereng Atas

Berdasarkan hasil analisis menggunakan kombinasi perkuatan angkur, geotekstil dan beronjong, nilai faktor keamanan (FK) mengalami kenaikan sebesar 1,653. Hasil analisis *displacement* lereng menggunakan kombinasi perkuatan angkur, geotekstil dan beronjong dapat dilihat sebagai berikut.



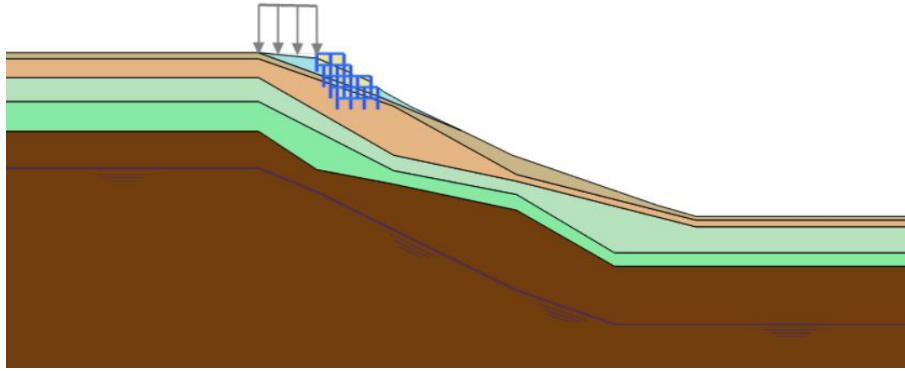
Gambar 2. Displacement Lereng Atas pada Kondisi Eksisting menggunakan Kombinasi Angkur, Geotekstil dan Beronjong

Perencanaan Perkuatan pada Lereng Bawah

Karena lereng bawah menerima beban dari akses jalan maka diperlukan perencanaan perkuatan agar lereng tidak mengalami kelongsoran dan tetap stabil. Perkuatan yang direncanakan adalah pemasangan kombinasi antara cerucuk bambu dan beronjong.

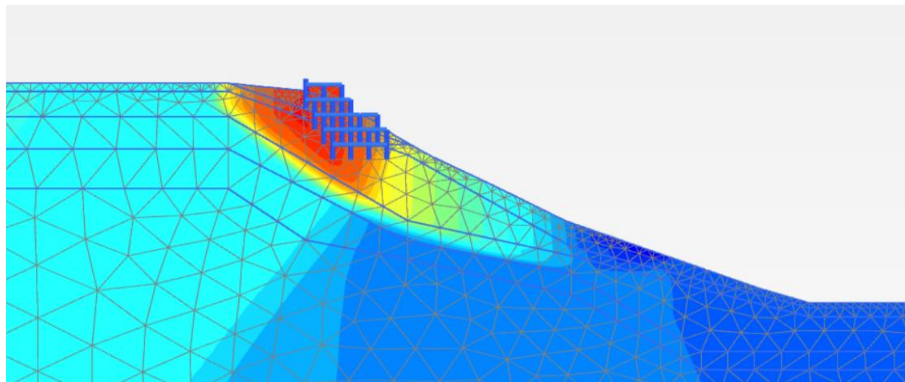
a. Kombinasi Cerucuk Bambu dan Bronjong

Pada perkuatan lereng bawah dimodelkan perkuatan kombinasi antara cerucuk bambu dan beronjong sebagai berikut :



Gambar 3. Pemodelan Kombinasi Cerucuk Bambu dan Beronjong pada Lereng Bawah

Berdasarkan hasil analisis menggunakan kombinasi perkuatan cerucuk bambu dan beronjong nilai faktor keamanan (FK) mengalami kenaikan sebesar 1,431. Hasil analisis *displacement* lereng bawah menggunakan perkuatan cerucuk bambu dan beronjong dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 4. Displacement Lereng Bawah pada Kondisi Eksisting menggunakan Cerucuk Bambu dan Bronjong

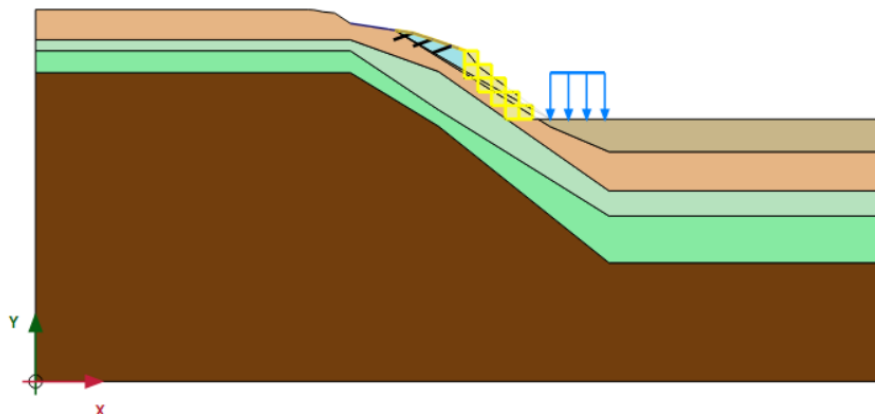
Perencanaan Perkuatan Lereng Situasi Jenuh air dan Gempa

Perencanaan Perkuatan pada Lereng Atas

Perkuatan yang direncanakan untuk lereng bagian atas diantaranya adalah pemasangan ankur, geotekstil, *gabion* (bronjong), serta kombinasi dari beberapa perkuatan.

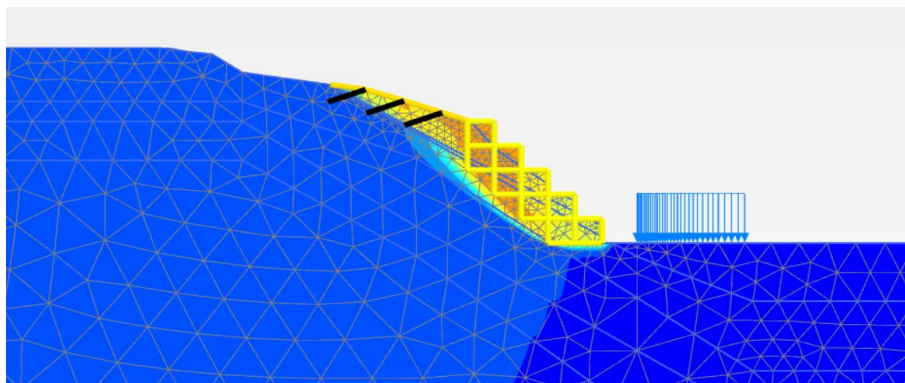
a. Kombinasi Angkur, Geotextile, dan Gabion (Bronjong)

Pada kombinasi keempat dimodelkan perkuatan kombinasi antara ankur, *geotextile* dan *gabion* sebagai berikut.



Gambar 5. Pemodelan Kombinasi Angkur, Geotextile dan Gabion pada Lereng Atas

Berdasarkan hasil analisis menggunakan kombinasi perkuatan ankur, *geotextile* dan *gabion*, nilai faktor keamanan (FK) yaitu sebesar 1,465. Hasil analisis *displacement* lereng menggunakan kombinasi perkuatan ankur, *geotextile* dan *gabion* dapat dilihat sebagai berikut.

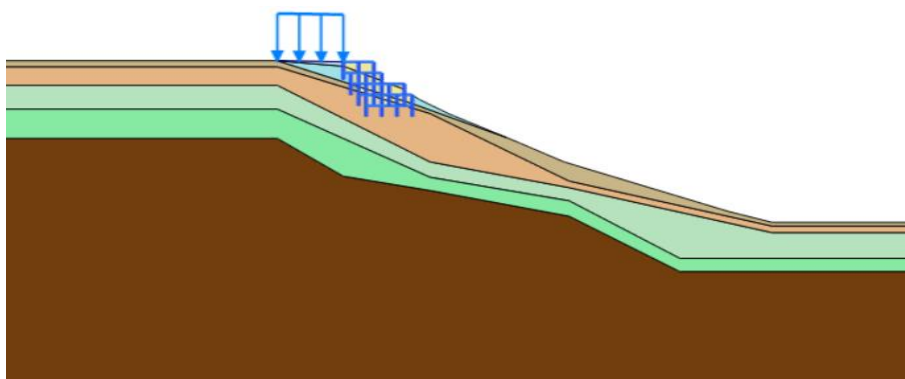


Gambar 6. Displacement Lereng Atas pada Kondisi Gempa menggunakan Kombinasi Angkur, Geotextile dan Gabion

Perencanaan Perkuatan pada Lereng Bawah

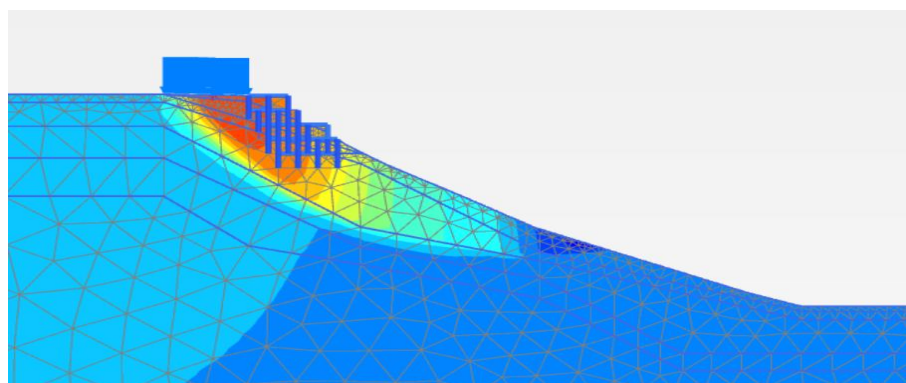
a. Kombinasi Cerucuk Bambu dan Gabion (Bronjong)

Pada kombinasi perkuatan di lereng bawah dimodelkan perkuatan kombinasi antara cerucuk bambu dan *gabion* sebagai berikut:



Gambar 7. Pemodelan Kombinasi Cerucuk Bambu dan Gabion pada Lereng Bawah

Berdasarkan hasil analisis menggunakan kombinasi perkuatan cerucuk bambu dan gabion nilai faktor keamanan (FK) yaitu sebesar 1,254. Hasil analisis *displacement* lereng bawah menggunakan perkuatan cerucuk bambu dan *gabion* dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 8. Displacement Lereng Bawah pada Kondisi Gempa menggunakan Cerucuk Bambu dan Gabion (Bronjong)

Rekapitulasi Nilai Faktor Keamanan

Berikut adalah hasil rekapitulasi nilai faktor keamanan dari perkuatan yang telah di analisis.

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai Faktor Keamanan (FK)

No	Jenis Perkuatan	Kondisi Eksisting		Kondisi Jenuh Air		Kondisi Gempa	
		Faktor Keamanan	Nilai Deformasi (cm)	Faktor Keamana n	Nilai Deformasi (cm)	Faktor Keamanan	Nilai Deforma si (cm)
1.	Lereng Atas						
	Angkur + Geotextile + Gabion	1,653	1,710	1,526	5,030	1,465	6,060
2.	Lereng Bawah						
	Cerucuk Bambu + Gabion	1,431	2,460	1,382	4,860	1,254	7,733

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dalam penanganan longsor pada daerah akses jalan di Desa Sukagalih, Kecamatan Megamendung, Kabupaten Bogor, diketahui bahwa kondisi di lokasi penelitian sudah terjadi kelongsoran, dengan nilai faktor keamanan pada saat kondisi ekstisting 1,028 yang menunjukkan lereng berada pada kondisi kritis dan tidak memenuhi syarat ketstabilan minimum. kondisi ini juga semakin tidak stabil pada saat kondisi jenuh air dengan nilai faktor keamanan 0,520 hal ini juga menunjukkan bahwa lereng dipastikan mengalami kerutuhan, begitu pula pada saat kondisi gempa, nilai faktor keamanan yang didapat 0,442 yang menandakan bahwa lereng tidak memiliki daya tahan yang memadai terhadap beban dinamis. Analisis perkuatan pada lereng atas menunjukkan bahwa kombinasi ankur, gabion, dan geotekstil dapat memenuhi standar dalam meningkatkan kestabilan lereng, dengan nilai faktor keamanan sebesar 1,662 pada kondisi eksisting, 1,496 pada kondisi jenuh air dan 1,317 pada kondisi gempa. Untuk lereng bawah yang menerima beban tambahan dari jalan di atasnya sehingga hasil dari analisis menunjukkan bahwa kombinasi cerucuk bambu dan gabion efektif

dalam meningkatkan kestabilan lereng, dengan nilai faktor keamanan 1,431 pada kondisi eksisting, 1,382 pada kondisi jenuh air, dan 1,254 pada kondisi gempa. Walaupun nilai faktor keamanan belum mencapai nilai yang disyaratkan ($FK > 1,5$) namun kondisi tersebut tetap menunjukkan peningkatan dibandingkan sebelum perkuatan. Berdasarkan temuan ini, disarankan untuk melakukan pemantuan lereng secara berkala, terutama pada saat musim hujan atau ketika terdapat aktivitas konstruksi berat, bertujuan untuk menghindari kerusakan awal atau pergeseran tanah yang berisiko. Selain itu, diperlukan analisis tambahan dengan mempertimbangkan data tanah aktual yang lebih lengkap untuk meningkatkan akurasi perencanaan perkuatan lereng dimasa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (1999). *SNI 03-0090-1999 Bronjong Kawat*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). *SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*.
- Bahri, T. S. (2021). *Analisis Pengujian Perkuatan Matras Cerucuk Bambu Untuk Timbunan Badan Jalan Di Atas Tanah Lunak (Studi Kasus: Proyek Jalan Frontage Juanda, Sidoarjo)*.
- Braja M. Das. (1995). *Mekanika Tanah: Prinsi-Prinsip Rekayasa Geoteknis Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Hadiyatmo, H. C. (2006). *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Humairah, Y. D. (2018). *Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Gabion dan Sheet Pile di Danau Buatan Jakabaring Sport City*. Indralaya.
- Muhardi, A. R. (2024). *Evaluasi Alternatif Perbaikan Lereng Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Pekanbaru: Jurnal Sainstek STT Pekanbaru .
- Prasetyo, I., Setiawan, B., & Dananjaya, R. H. (2017). *Analisis Stabilitas Lereng Bertingkat Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Metode Elemen Hingga*. e-Jurnal Matriks Teknik Sipil.
- Prayitno, R. T., Setiawan, B., & Dananjaya, H. (2017). *Analisis Stabilitas Lereng Bertingkat Dengan Perkuatan Gabion*. e-Jurnal Matriks Teknik Sipil.
- Rumbyarso, Y. P., & Pribadi, G. (2023). *Penggunaan Program Plaxis Dalam Studi Penelitian Perkuatan Geotextile Pada Kestabilan Lereng Buatan*. Jurnal Sipil Krisna.
- Widodo, B. S., Saputro, D. E., Rochim, A., & Fitriyana, L. (2022). *Perbandingan Slope Protection Darurat Dengan Metode Cerucuk Bambu dan Bronjong (Studi Kasus Jalan Tol Semarang ABC)*. Semarang: Konstelasi Ilmiah Mahasiswa UNISSULA .