

Analisis Efektivitas Dinding Penahan Tipe Beronjong dengan Kombinasi Geogrid dalam Penanggulangan Longsor
Analysis of the Effectiveness of Gabion Retaining Walls Combined with Geogrid in Landslide Mitigation

Yogi Armanda Maulana Putra¹⁾, Arief Alihudien²⁾, Ilanka Cahya Dewi³⁾

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember
email: yogiarmman25@gmail.com

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember
email: ariefalihudien@unmuhjember.ac.id

³Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember
email: ilankacahyadewi@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Pembangunan dinding penahan tanah di ruas jalan Panduman–Sucopangepok, Kecamatan Jelbuk, diperlukan untuk mencegah terjadinya longsor serta menjaga keberlanjutan fungsi jalan sebagai akses utama masyarakat. Salah satu metode yang digunakan adalah dinding penahan tipe gabion, yang bersifat ekonomis, ramah lingkungan, dan efektif untuk stabilisasi lereng. Gabion bekerja berdasarkan berat sendiri, namun stabilitasnya dapat ditingkatkan melalui penambahan material geosintetik seperti geogrid. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi stabilitas gabion dengan dan tanpa geogrid, baik pada konfigurasi tegak maupun miring, serta menentukan variasi panjang dan jarak geogrid yang paling efektif. Hasil analisis menunjukkan bahwa konfigurasi gabion tegak dengan geogrid sepanjang 3 meter dan jarak vertikal 1 meter memberikan faktor keamanan tertinggi, yakni 2,21 terhadap guling dan 3,60 terhadap geser. Namun, pada konfigurasi miring, gabion tanpa geogrid justru lebih stabil, dengan nilai faktor keamanan 2,24 (guling), 1,60 (geser), 1,75 (lereng), dan daya dukung 15,11. Oleh karena itu, konfigurasi gabion miring tanpa geogrid lebih direkomendasikan, kecuali dilakukan penyesuaian arah pemasangan geogrid.

Kata Kunci: Dinding penahan; Gabion; Geogrid; Longsor; Stabilitas

Abstract

The construction of retaining walls along the Panduman–Sucopangepok road segment in Jelbuk District is essential to prevent landslides and ensure the continued function of this road as a vital access route for the local community. One commonly used method is the gabion retaining wall, known for its cost-effectiveness, environmental friendliness, and efficiency in slope stabilization. Gabions rely on their self-weight to resist lateral soil pressure, and their stability can be further enhanced by adding geosynthetic materials such as geogrid. This study aims to evaluate the stability of gabion walls with and without geogrid reinforcement, in both vertical and inclined configurations, and to determine the most effective geogrid spacing and length. The analysis results show that a vertical gabion configuration with 3-meter-long geogrid spaced at 1 meter yields the highest safety factors, with 2.21 against overturning and 3.60 against sliding. However, in inclined configurations, gabions without geogrid demonstrated greater stability, with safety factors of 2.24 (overturning), 1.60 (sliding), 1.75 (slope), and a bearing capacity of 15.11. Therefore, the inclined gabion configuration without geogrid is more recommended, unless adjustments are made to the geogrid installation direction.

Keywords: Retaining wall; Gabion; Geogrid; Landslide; Stability

1. PENDAHULUAN

Longsor merupakan bencana yang sering terjadi pada wilayah dengan kemiringan lereng yang curam, terutama saat musim hujan akibat meningkatnya tekanan air pori (Pasole *et al.*, 2020). Wilayah Kecamatan Jelbuk, khususnya ruas jalan Panduman hingga Sucopangepok, memiliki potensi tinggi terjadinya longsor atau pergeseran tanah. Beberapa titik bahkan telah mengalami kerusakan. Upaya pencegahan diperlukan melalui pembangunan dinding penahan tanah sebagai langkah stabilisasi lereng.



Gambar 1. Kondisi Jalan
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

Pembangunan dinding penahan di ruas jalan Panduman–Sucopangepok, Kecamatan Jelbuk, penting untuk mencegah longsor dan pergeseran tanah, sekaligus menjaga kelancaran akses jalan yang vital bagi masyarakat. Struktur ini melindungi aset publik dan pribadi serta menjamin keberlanjutan aktivitas warga secara aman dan berkelanjutan. Dinding penahan merupakan struktur yang berfungsi menahan pergerakan tanah atau material lain seperti pasir dan kerikil agar tidak longsor atau bergeser. Umumnya dibangun di area dengan perbedaan elevasi signifikan, seperti lereng, tebing, atau sisi jalan, untuk menjaga kestabilan tanah (Dharmawansyah *et al.*, 2017). Tujuan utamanya adalah menjaga keamanan dan stabilitas area di sekitarnya.

Dinding penahan tipe gabion adalah metode konstruksi sederhana untuk stabilisasi lereng, terdiri dari anyaman kawat baja yang diisi batu lokal. Selain ekonomis, struktur ini juga ramah lingkungan. Gabion menahan tanah

lereng rawan longsor dengan mengandalkan berat sendiri (Amran *et al.*, 2021). Geogrid merupakan material geosintetik yang berperan sebagai penguat tanah (Pradipa Agung Laksono & Prihatiningsih, 2025). Penggunaannya pada dinding penahan tipe gabion membantu mendistribusikan tekanan secara merata dan meningkatkan daya tahan geser tanah (Abiezer & Prihatiningsih, 2022). Kombinasi ini dinilai mampu memberikan solusi konstruksi yang lebih stabil, efisien, dan tahan lama dalam mencegah longsor.

Kombinasi antara geogrid dan gabion DPT bukan sekadar penyatuan material, melainkan sinergi yang membentuk struktur penahan tanah yang kuat dan andal. Geogrid berperan sebagai elemen penguat dengan kekuatan tarik tinggi, yang berfungsi menahan gaya lateral tanah dan mendistribusikan beban secara merata, sehingga mengurangi potensi titik lemah (Sukmawaty & Basry, 2024). Sementara itu, gabion DPT yang terdiri atas anyaman kawat berisi batu memberikan massa dan stabilitas, serta memungkinkan drainase air yang baik untuk mengurangi tekanan hidrostatik serta meningkatkan kestabilan lereng. Penelitian ini bertujuan menjawab dua pertanyaan utama. Pertama, bagaimana kestabilan dinding penahan tanah tipe gabion yang dikombinasikan dengan geogrid jika dipasang secara tegak, serta berapa jarak dan panjang geogrid yang efektif. Kedua, bagaimana kestabilannya jika dipasang secara miring, dengan variasi panjang dan jarak geogrid yang sama.

Penelitian ini hanya membahas dinding penahan tanah tipe gabion dengan dua konfigurasi: tegak dan miring. Geogrid yang digunakan dianalisis dengan variasi jarak vertikal 0,5 m dan 1 m, serta panjang 1 m, 2 m, dan 3 m. Jenis material geogrid tidak dibedakan. Lokasi studi dibatasi pada jalan Panduman–Sucopangepok. Analisis dilakukan secara numerik tanpa membahas aspek ekonomi, umur material, atau kondisi ekstrem. Perhitungan daya dukung tanah mengacu pada teori Terzaghi hingga nilai q_u , dan stabilitas lereng dihitung dengan metode Bishop serta pengaruh gempa melalui koefisien k_h dan k_v .

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi stabilitas dinding penahan gabion yang

dikombinasikan dengan geogrid, baik dalam konfigurasi tegak maupun miring, serta menentukan variasi jarak dan panjang geogrid yang paling efektif dalam meningkatkan kestabilan struktur.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah Longsor

Tanah longsor adalah fenomena geologis berupa pergerakan massa tanah, batuan, atau material campuran lainnya yang menurun lereng akibat pengaruh gaya gravitasi. Kejadian ini umumnya dipicu oleh ketidakseimbangan antara gaya penahan dan gaya peluncur yang bekerja pada lereng. Gaya peluncur dapat meningkat karena beberapa faktor, seperti tingginya kadar air dalam tanah, beban bangunan di atas lereng, serta meningkatnya berat jenis tanah akibat kejenuhan air. Ketika gaya peluncur melampaui gaya penahan, kestabilan lereng menurun drastis sehingga terjadi pergerakan tanah ke arah bawah. Faktor-faktor lain yang turut memperburuk kondisi ini meliputi erosi, getaran gempa, serta perubahan penggunaan lahan tanpa mempertimbangkan aspek geoteknik. Tanah longsor dapat berdampak serius terhadap keselamatan manusia, kerusakan infrastruktur, serta gangguan terhadap lingkungan sekitar (Hardiyatmo, 2010).

B. Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah adalah proses untuk mengetahui sifat fisik, kimia, dan mekanik tanah di lokasi tertentu. Tujuannya adalah untuk memperoleh data yang akurat sebagai dasar perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi. Proses ini dilakukan melalui serangkaian uji lapangan dan laboratorium guna menilai daya dukung tanah, struktur lapisan bawah permukaan, serta potensi bahaya geoteknik seperti longsor dan likuifaksi. Informasi tersebut sangat penting dalam menentukan jenis pondasi, dimensi struktur, serta metode konstruksi yang tepat sesuai dengan kondisi tanah di lokasi proyek. Dengan penyelidikan tanah yang menyeluruh, risiko kegagalan konstruksi dapat diminimalkan dan keselamatan serta efisiensi pelaksanaan proyek dapat terjamin. (Sukmawaty & Basry,

2024). Hasil penyelidikan ini penting untuk memastikan fondasi bangunan aman dan stabil.

1. Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah menggambarkan kondisi dasar tanah tanpa pengaruh beban. Parameter yang umum diuji meliputi kadar air, berat jenis, berat volume, ukuran butir, dan batas Atterberg (Das, 1995). Jenis pengujian yang dilakukan terdiri dari berat volume tanah, *specific gravity*, konsistensi tanah dan pembagian butir.

2. Sifat Mekanis Tanah

Sifat mekanis tanah berkaitan dengan perilaku tanah di bawah pengaruh beban. Parameter penting meliputi kohesi, sudut geser, kepadatan, dan kepadatan relatif (Das, 1993). Metode pengujian yang umum digunakan adalah uji geser langsung (*direct shear*) dan uji sondir (*CPT*)

C. Daya Dukung Tanah

Pada teknik pondasi, terdapat berbagai metode untuk menghitung daya dukung pondasi dangkal. Salah satu pendekatan yang paling umum digunakan adalah metode Terzaghi (1943), yang didasarkan pada kondisi keruntuhan geser umum (*general shear failure*). Dalam model ini, Terzaghi mengasumsikan pondasi berbentuk memanjang tanpa batas dengan lebar B dan terletak di atas tanah homogen (Aisah & Dhiniati, 2023). Kapasitas daya dukung maksimum tanah untuk pondasi berbentuk persegi (bujur sangkar) maupun lingkaran dalam kondisi keruntuhan geser setempat dapat dihitung dengan mempertimbangkan bentuk geometris dari pondasi yang digunakan, dengan rumus:

1. Gabion dipasang Tegak

$$q_u = \frac{c \cdot N_c \cdot F_{cs} + q \cdot N_q \cdot F_{qs} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot F_{\gamma}}{N_y \cdot F_{ys}} \quad (1)$$

2. Gabion dipasang Miring

$$Q_u = \frac{c \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{ci} + q \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qi} + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot F_{\gamma} \cdot F_{\gamma i}}{N_y \cdot F_{ys} \cdot F_{yi}} \quad (2)$$

dengan:

$$Q_u = \text{Daya dukung ultimate (kN/m}^2\text{)}$$

$$c = \text{Kohesi tanah}$$

$$B = \text{Lebar pondasi (m)}$$

$$q = \text{Tekanan overburden efektif (kN/m}^2\text{)}$$

$$F_{cs} = \text{Faktor koreksi bentuk (shape factor) untuk komponen kohesi.}$$

Fcd	= Faktor kedalaman (depth factor) untuk komponen kohesi.
Fci	= Faktor inklinasi beban (inclination factor) untuk komponen kohesi.
Nc, Nq, N _γ	= Faktor kapasitas
Fqs, Fqd, Fqi	= Faktor bentuk, kedalaman, inklinasi untuk komponen q
γ	= Berat isi tanah (kN/m ³)
B	= Lebar pondasi (m)
N _γ	= Faktor daya dukung untuk komponen γ (berat tanah di bawah pondasi)
Fys, Fyd, Fyi	= Faktor bentuk, kedalaman, dan inklinasi untuk komponen γ

Setelah diperoleh nilai daya dukung ultimit (Q_u), nilai daya dukung izin ditentukan dengan membaginya terhadap faktor keamanan (*Safety Factor*).

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{SF} \quad (3)$$

D. Stabilitas Lereng

Lereng adalah bidang tanah miring terhadap garis horizontal, baik alami maupun buatan (Firdaus & Yuliani, 2022). Gaya gravitasi menyebabkan massa tanah bergerak ke bawah, dan jika melebihi kekuatan geser tanah, dapat memicu longsor. Keadaan tanah setiap lokasi berbeda beda oleh sebab itu analisa stabilitas pada saat akan melakukan pembangunan struktur baik gedung, jembatan ataupun yang lainnya adalah dengan memperhitungkan kondisi tanah dengan tujuan sebagai berikut:

1. Daya dukung tanah meningkat
2. Lapisan tanah tidak mengalami penurunan
3. Menstabilkan swelling dan resapan tanah
4. Menstabilkan tanah

Analisis stabilitas lereng dilakukan menggunakan metode Bishop, yang mengabaikan gaya gesek antar irisan dan mengasumsikan gaya normal cukup untuk merepresentasikan interaksi antar irisan. Metode ini juga menganggap resultan gaya pada sisi-sisi irisan bernilai nol dalam arah vertikal. (Rumbyarso & Pribadi, 2023). Metode bishop dipakai untuk menganalisis permukaan gelincir

(slip surface) yang berbentuk lingkaran. Pada metode ini ada beberapa asumsi, diantaranya :

1. Pada metode ini keruntuhan diasumsikan akibat gerakan rotasi dari tanah tersebut yang mana akan untuk menghitung faktor keamanan dari sebuah keruntuhan yang tidak memiliki bidang runtuh berbentuk lingkaran (Aisah & Ardiansyah, 2023).
2. Gaya horizontal pada kedua sisi diabaikan karena nilainya tidak diketahui dan sulit dihitung. Gaya normal diasumsikan bekerja di tengah bidang irisan dan diperoleh dari penjumlahan gaya-gaya vertikal (Wilda *et al.*, 2023).

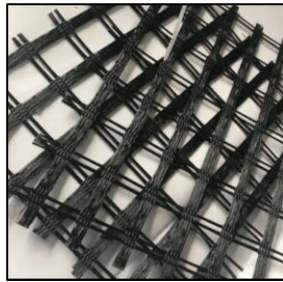
E. Dinding Penahan Tanah Tipe Gabion

Dinding penahan tanah berfungsi untuk menahan tekanan lateral yang ditimbulkan oleh tanah atau material di belakangnya (Putra *et al.*, 2025). Salah satu jenis struktur penahan yang banyak digunakan adalah dinding gabion, karena memiliki keunggulan dari segi kekuatan, fleksibilitas, dan keindahan visual. Gabion terbuat dari anyaman kawat baja galvanis yang tahan terhadap korosi, kemudian diisi dengan batu pecah atau kerikil sebagai material pengisi utama. Susunan gabion yang bertahap membentuk terasering mampu mengikuti pergerakan tanah, sehingga memberikan kestabilan tambahan serta mendukung sistem drainase alami di sekitarnya.

F. Geogrid sebagai Elemen Penguat

Geogrid merupakan salah satu jenis geosintetik yang banyak digunakan sebagai elemen penguat dalam bidang teknik sipil, termasuk pada dinding penahan tanah. Selain untuk dinding penahan, geogrid juga diaplikasikan pada perkerasan jalan lapis ulang dan pengendalian erosi permukaan (Gunawan *et al.*, 2018). Geogrid di sini berfungsi sebagai reinforcer atau penguat lapisan tulang dan sebagai pencegah terjadinya penjarangan retak refleksi dari lapisan perkerasan asal. Material ini memiliki kekuatan tarik tinggi serta struktur berbentuk grid yang memungkinkan interaksi efektif dengan tanah di sekitarnya. Dengan karakteristik tersebut, geogrid mampu meningkatkan stabilitas dan kinerja jangka panjang dari struktur yang diperkuat. Contoh gambar Geogrid yang digunakan untuk sketsa

perencanaan pada pemasangan gabion dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Geogrid Polyester

Sumber: Perbaikan tanah, 2015

Geogrid dapat dipasang di permukaan tanah yang rentan tergerus air. Geogrid pada gabion berfungsi mengikat batu agar stabil dan tetap memungkinkan aliran air di antara celah-celahnya (Dedy Pratama *et al.*, 2023). Kombinasi ini menghasilkan struktur ringan, fleksibel, dan kuat, ideal untuk lereng, tebing, atau bantaran sungai. Uji lapangan pada kisi 'Tensar' dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh konstruksi dan menentukan Faktor Keamanan Parsial (γ), sebagaimana ditampilkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Faktor keamanan parsial (γ)

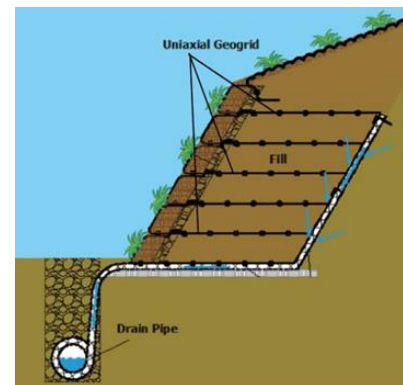
Jenis Tanah Dasar	Isian bergradasi baik dengan ukuran partikel maksimum	Faktor Keamanan Parsial yang disarankan Geogrid Tensar		
		SR55	SR80	SR110
jalan Berbatu	125 mm	1,70	1,40	1,40
Kerikil dan Batu Hancur	75 mm	1,45	1,30	1,20
	Kasar			
	20 mm	1,25	1,20	1,10
	Sedang			
	6 mm			
	Baik			
Pasir	2 mm	1,15	1,10	1,05
Tanah Liat				
PFA				

Sumber: Perbaikan tanah, 2015

G. Kombinasi Geogrid dengan Gabion

Dalam pemasangannya, kombinasi geogrid dan gabion berperan penting dalam meningkatkan stabilitas lereng dan mencegah longsor. Tahap awal dimulai dengan

pemasangan gabion sebagai pondasi di dasar lereng untuk menopang beban tanah dan mendistribusikan tekanan secara merata (Suhasmoro *et al.*, 2014). Setelah lapisan pertama gabion terpasang, geogrid dipasang di antara lapisan berikutnya untuk mengikat struktur dengan tanah di belakangnya. Geogrid memperkuat kestabilan lereng dengan mendistribusikan tekanan secara merata dan meningkatkan daya dukung tanah, terutama pada tanah lemah atau rentan erosi.



Gambar 3. Kombinasi Gabion Miring dan Tegak

Sumber : primageotex.co.id, 2023

3. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi studi penelitian ini terletak di Jalan Panduman-Sucopangepok, Kecamatan Jelbuk, Kabupaten Jember, Jawa Timur, Indonesia. Digunakan untuk pekerjaan pembangunan dinding penahan tanah.

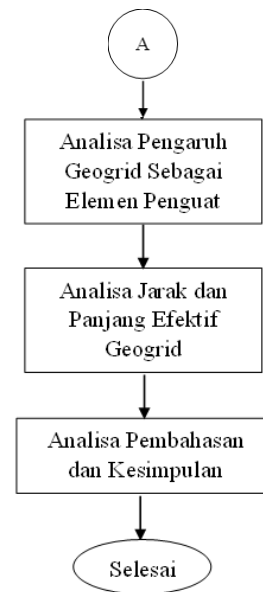
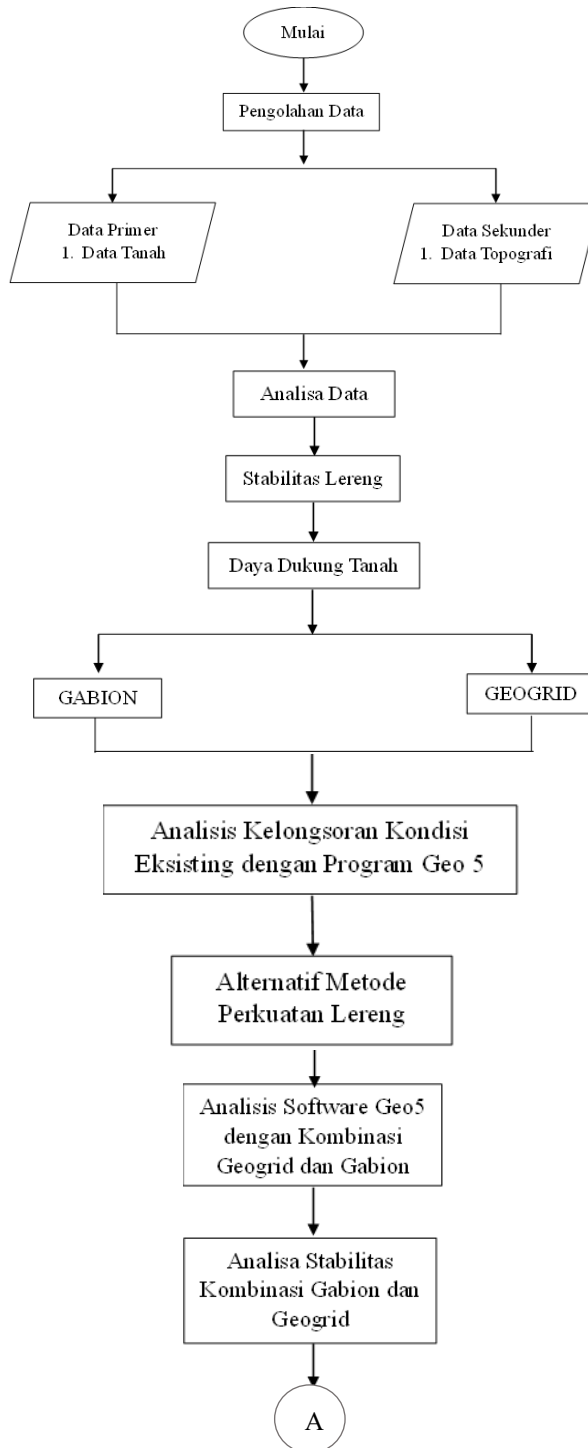


Gambar 4. Lokasi Penelitian

Sumber: Google Earth, 2024

B. Diagram Alir

Bagan alur penelitian merupakan komponen penting yang menggambarkan tahapan pelaksanaan penelitian secara sistematis. Alur penelitian dalam studi ini ditampilkan pada **Gambar 5.** berikut



Gambar 5. Diagram Alir

Sumber: Anlisa Penulis, 2024

C. Tahapan Penelitian

Setelah data terkumpul, tahap selanjutnya adalah pengolahan dan analisis menggunakan rumus serta prinsip dalam landasan teori, dibantu perangkat lunak geoteknik Geo5.

Langkah-langkah Pengolahan dan Analisis Data

1. Penyusunan Model:

Pertama, buat model geoteknik di dalam aplikasi Geo5. Model ini mencakup semua elemen penting dari proyek, seperti geometri struktur, jenis tanah, dan lingkungan sekitarnya.

2. Input Data:

Masukkan semua data spesifik yang telah dikumpulkan, termasuk parameter tanah seperti kepadatan, kohesi, sudut gesek, serta spesifikasi gabion dan geogrid. Data ini sangat penting untuk mendapatkan hasil analisis yang akurat.

3. Pengaturan Kondisi Batas:

Tentukan kondisi batas yang relevan untuk analisis. Ini meliputi beban yang bekerja pada struktur, baik itu beban mati (seperti berat material) maupun beban hidup (seperti pengaruh cuaca dan aktivitas manusia).

4. Analisis Stabilitas:

Gunakan fitur Geo5 untuk menganalisis stabilitas lereng dan fondasi. Dengan metode seperti Fellenius, perangkat ini menghitung faktor keamanan struktur. Berdasarkan hasilnya, tentukan alternatif perbaikan yang sesuai. Ini bisa melibatkan:

- Penggunaan Gabion:** Pada penelitian ini Gabion diaplikasikan dengan cara dipasang tegak dan miring sebagai solusi untuk memberikan dukungan tambahan pada lereng serta mengurangi risiko erosi lateral tanah itu sendiri.
 - Penerapan Geogrid:** Penggunaan geogrid ini dilakukan perhitungan jarak antar layer, apakah jarak tersebut sudah memenuhi faktor keamanan minimum. Tujuan dari penerapan geogrid untuk memperkuat lapisan tanah dengan cara meningkatkan kohesi serta daya ikat antarpartikel tanah.
5. Kombinasi antara Gabion dan Geogrid : Kombinasi ini dianalisis menggunakan GEO 5, mencakup evaluasi stabilitas dinding, sambungan, daya dukung tanah, dan kestabilan lereng secara keseluruhan untuk memastikan performa sistem penahan.

4. PEMBAHASAN

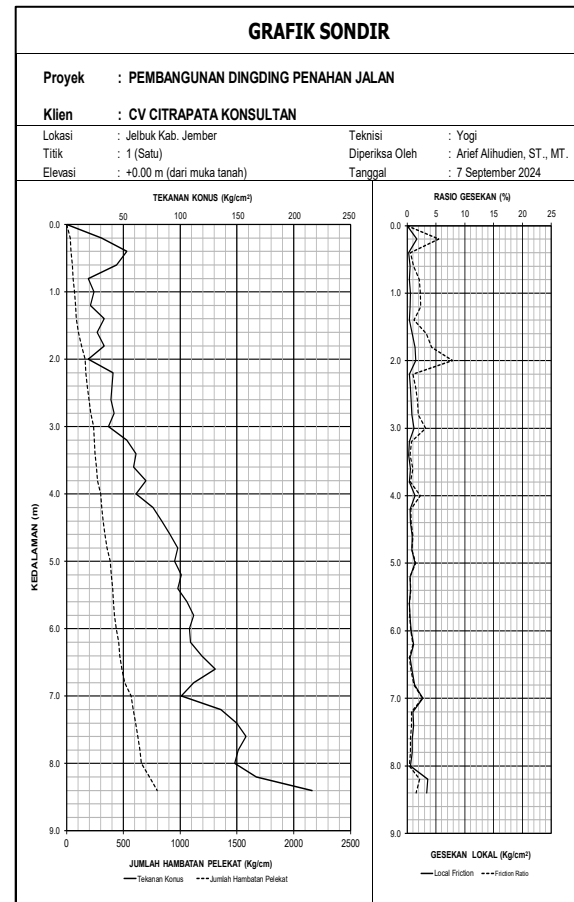
A. Hasil Pengujian Tanah

Pengujian awal terhadap kondisi tanah di lokasi yang dilakukan dengan menggunakan tes sondir, yang bertujuan untuk mengetahui daya dukung tanah secara langsung di lapangan.

1. Tes Sondir

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah melalui uji sondir, titik pengambilan data dilakukan pada lokasi existing yang berjarak sekitar 1,5 meter dari tepi jalan. Pengujian ini menghasilkan data berupa grafik tahanan konus terhadap kedalaman, yang ditampilkan pada **Gambar 6. Grafik Sondir**. Grafik tersebut memberikan gambaran mengenai kondisi lapisan tanah secara vertikal, termasuk variasi kekuatan tanah di tiap kedalaman. Data sondir ini menjadi acuan penting dalam menganalisis karakteristik tanah, seperti kepadatan,

konsistensi, dan daya dukungnya. Seluruh parameter yang diperoleh dari hasil pengujian akan digunakan sebagai input dalam permodelan dan analisis stabilitas tanah.



Gambar 6. Grafik Sondir

Sumber: CV Citrapata Konsultan, 2024

Nilai tahanan konus (q_c) bervariasi di setiap kedalaman, mencerminkan perbedaan karakteristik tanah. Data q_c ini dirangkum dalam tabel berdasarkan rata-rata pada kedalaman 1 hingga 8 meter, lalu dikorelasikan dengan parameter seperti N-SPT, γ_t , sudut geser dalam, dan γ_{sat} sebagai input analisis di software GEO5. Berdasarkan grafik, terlihat adanya variasi korelasi antara q_c dan parameter tanah pada tiap kedalaman. Lapisan tanah dibagi menjadi empat zona masing-masing 2 meter, dengan tingkat kepadatan berbeda. Dari data tersebut dihitung rata-rata kumulatif tertinggi, dan klasifikasi jenis tanah ditentukan berdasarkan nilai rata-rata q_c serta Friction Ratio (FR).

2. Hasil Pengujian Laboratorium

Dari hasil pemeriksaan sampel tanah dengan menggunakan tes Boring, kemudian dilakukan pemeriksaan di laboratorium guna mengetahui klasifikasi dan karakteristik tanah. Hasil dari pemeriksaan di laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Muhammadiyah Jember dapat divisualisasikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Analisa Ayakan dan Hidrometer

No.	Jenis Tanah (Kedalaman)	Pengujian	Keterangan		Hasil
1	Tanah Tergangu ($\pm 0,40$ m - $0,75$ m)	Analisa Saringan	Jenis Tanah	Gravel	34.40%
				Sand	69.08%
				Silt	0.40%
				Clay	4.00%
		Analisa Hidrometer	d ₆₀		0.32
			d ₃₀		0.130
			d ₁₀		0.09
			Cu		2.46
			Cc		0.62

Sumber: Analisa Penulis, 2025

B. Stabilitas Lereng Metode Bishop

Sebelum perkuatan, analisis stabilitas tanah dasar dilakukan untuk menilai potensi longsor. Studi ini memakai metode Bishop pada software GEO5 dengan data uji sondir, serta

Tabel 3. Perhitungan bidang gelincir metode bishop

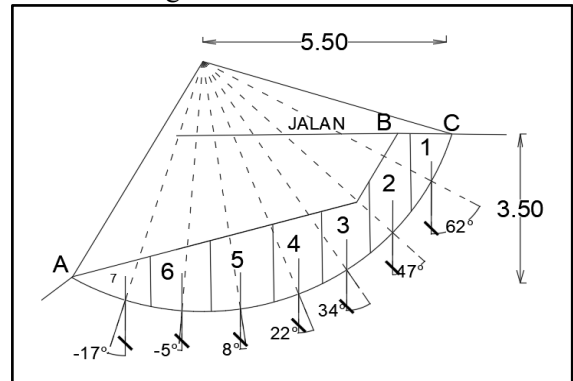
METODE BISHOP															
FS Ruas Kiri	Irisan No	c	f	W _n (kN/m)	an (°)	Sina _n	Cosa _n	bn	tanf	W _n Sina _n	W _n .tanf	c.bn	FS Ruas Kanan	ma _n	(c.bn + W _n .tanf)*1/ma _n
2.38	1	0	33	16.335	62	0.883	0.469	0.95	0.649	14.42	10.61	0	2.60	0.69	15.37
	2	0	33	29.865	47	0.731	0.682	0.92	0.649	21.84	19.39	0	2.60	0.86	22.43
	3	0	37	29.4	34	0.559	0.829	1.09	0.754	16.44	22.15	0	2.60	0.99	22.35
	4	0	37	34.3	22	0.375	0.927	1.10	0.754	12.85	25.85	0	2.60	1.04	24.95
	5	0	37	44.1	8	0.139	0.990	1.42	0.754	6.14	33.23	0	2.60	1.03	32.24
	6	0	37	34.3	-6	-0.105	0.995	1.36	0.754	-3.59	25.85	0	2.60	0.96	26.81
	7	0	37	20.3	-17	-0.292	0.956	1.78	0.754	-5.94	15.30	0	2.60	0.87	17.55
	Jumlah (̑)									62.17					161.71

Sumber : Analisa Penulis, 2025

Hasil perhitungan manual metode Bishop menunjukkan faktor keamanan (FS) sebesar 2,38, melebihi nilai rencana 1,5. Dengan demikian, lereng timbunan jembatan di ruas Panduman–Sucopangepok tergolong stabil.

perhitungan manual untuk verifikasi. Hasil keduanya dibandingkan guna memastikan keakuratan analisis.

1. Perhitungan Manual



Gambar 7. Bidang gelincir stabilitas lereng
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025

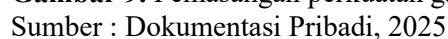
Stabilitas lereng timbunan dianalisis menggunakan metode Bishop dengan membagi lereng menjadi tujuh irisan sejajar. Panjang bidang longsor yang digunakan dalam analisis ini adalah 9,77 meter. Pendekatan ini menitikberatkan pada keseimbangan gaya vertikal untuk memperoleh nilai faktor keamanan lereng. Hasil analisis bertujuan untuk mengevaluasi potensi kegagalan lereng dan memastikan kestabilan struktur secara menyeluruh.

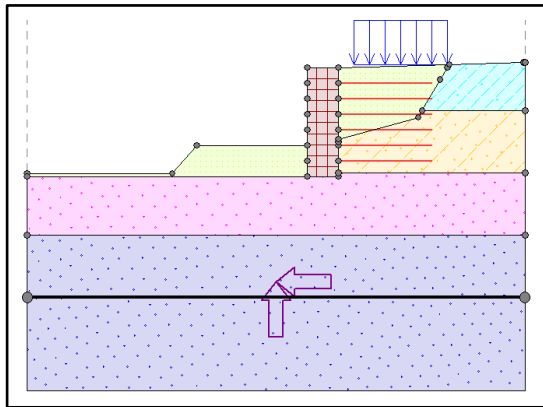
a. Analisis dengan Geo 5

Analisis kestabilan lereng menggunakan perangkat lunak GEO5 dilakukan berdasarkan sketsa kondisi awal lereng yang belum diberi perkuatan. Dalam analisis ini, bidang gelincir

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025

Struktur perkuatan dirancang dengan memanfaatkan kombinasi antara gabion dan geogrid untuk meningkatkan stabilitas lereng. Jarak vertikal antar lapisan perkuatan ditetapkan sebesar 0,5 meter dan 1 meter, disesuaikan dengan kebutuhan kondisi lapangan. Gabion ditempatkan dalam dua konfigurasi, yaitu secara tegak lurus dan miring, untuk mengoptimalkan daya dukung serta fleksibilitas struktur. Sementara itu, geogrid dipasang dengan variasi panjang 1, 2, dan 3 meter untuk memperkuat interaksi antara tanah dan elemen perkuatan. Penggunaan geogrid bertujuan untuk menahan gaya geser yang terjadi di dalam massa tanah, sehingga mencegah pergerakan horizontal. Dengan penerapan sistem perkuatan ini, diharapkan kestabilan lereng dapat terjaga dalam jangka panjang dan mampu menghadapi beban eksternal seperti curah hujan tinggi atau aktivitas seismik. Contoh sketsa perencanaan yang melihatkan gambar sesuai perencanaan yang dilapangan yang akan dianalisis pada aplikasi software bisa dilihat pada **Gambar 9** dibawah ini.





Gambar 10. Sketsa kombinasi gabion dan geogrid pada GEO 5
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025

D. Verifikasi analisa kombinasi dengan Geo 5

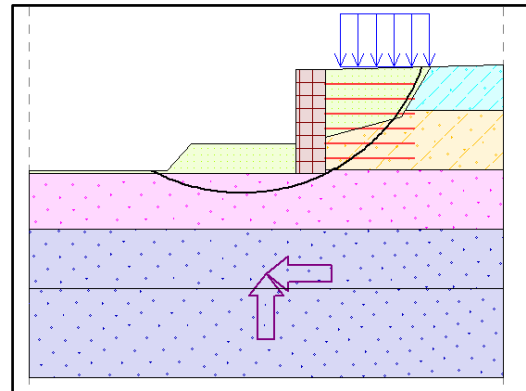
Analisis kombinasi pemasangan gabion dan geogrid dibagi menjadi empat, yaitu verifikasi dinding lengkap, kapasitas daya dukung, sambungan konstruksi dan stabilitas lereng. Hasil analisis peningkatan daya dukung berdasarkan teori Terzaghi sesuai dengan **Tabel 4**

Tabel 4. Hasil Daya Dukung

Pemasangan	Nilai q_u	Satuan
Tegak	1401.5	kN/m ²
Miring	1652.2	kN/m ²

Sumber : Analisa Penulis, 2025

Proses ini melibatkan simulasi perilaku tanah dan interaksi dengan elemen penguat seperti geogrid, sehingga kita bisa memastikan bahwa desain yang diusulkan memiliki stabilitas dan keamanan yang memadai terhadap beban yang diperkirakan. Tampilan hasil verifikasi sambungan konstruksi pada Geo5 yang menunjukkan nilai stabilitas terhadap guling dan geser. Setelah ketiga verifikasi diperoleh, analisis dilanjutkan dengan verifikasi stabilitas lereng (slope stability) pada Geo5 untuk memastikan apakah nilai faktor keamanan (SF) telah memenuhi nilai kontrol yang ditetapkan.



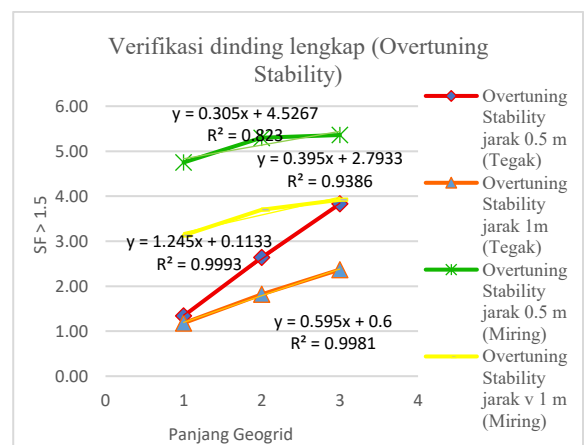
Gambar 11. Verifikasi Slope Stability
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025

E. Nilai Analisis Kombinasi (Geogrid & Gabion)

Penggabungan geogrid dan gabion mencakup verifikasi dinding, evaluasi daya dukung tanah, pemeriksaan sambungan struktur, dan analisis stabilitas lereng, sebagaimana ditampilkan dalam rekapitulasi hasil pada tabel berikut:

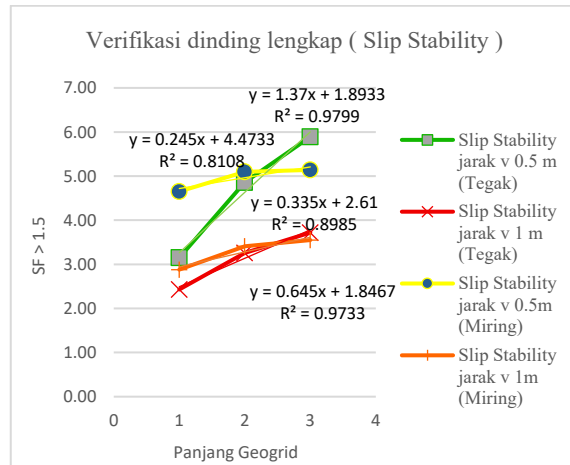
a. Verifikasi dinding lengkap

Verifikasi dinding lengkap menunjukkan peningkatan signifikan pada nilai stabilitas. Gabion saja menghasilkan nilai lebih rendah dibandingkan kombinasi dengan geogrid, terutama jika geogrid memiliki panjang yang cukup. Hal ini membuktikan efektivitas kombinasi tersebut dalam meningkatkan stabilitas dinding. Hasil analisis Geo5 disajikan pada **Gambar 12.** dan **Gambar 13.**



Gambar 12. Verifikasi Dinding Lengkap (Overtuning Stability)
Sumber : Analisa Penulis, 2025

Grafik stabilitas guling menunjukkan hubungan linier yang kuat antara panjang geogrid dan faktor keamanan (SF). Semakin panjang geogrid, SF meningkat proporsional. Nilai R^2 tinggi (0,823–0,9993) menunjukkan model linier mampu menjelaskan hingga 99,93% variasi SF, menjadikannya sangat akurat dan efektif.



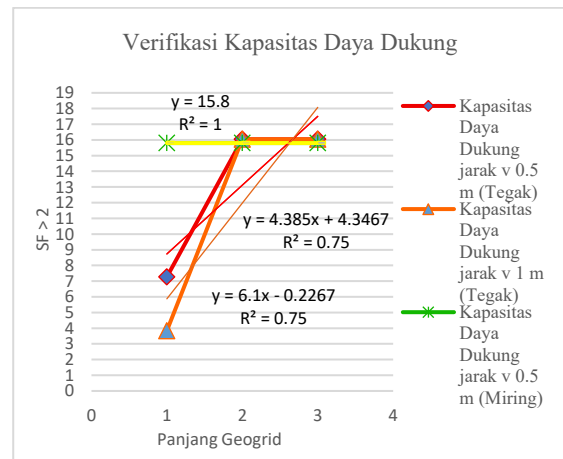
Gambar 13. Verifikasi Dinding Lengkap (Slip Stability)

Sumber : Analisa Penulis, 2025

Model linier pada grafik menunjukkan hubungan regresi yang kuat antara variasi panjang geogrid dan nilai faktor keamanan (SF). Nilai R^2 yang tinggi (0,8108–0,9799) menunjukkan bahwa hingga 97,99% variasi nilai SF dapat dijelaskan oleh perubahan panjang geogrid, dengan pola kenaikan yang stabil dan dapat diprediksi.

b. Verifikasi Kapasitas Daya Dukung

Perhitungan daya dukung tanah dilakukan di dasar pondasi gabion sebagai penyangga utama struktur. Pada konfigurasi gabion tegak, variasi nilai faktor keamanan (SF) cukup besar akibat beban vertikal langsung. Semakin panjang geogrid, semakin besar kontribusinya terhadap stabilitas. Sebaliknya, pada gabion miring, SF cenderung stabil karena beban aksial tidak sepenuhnya tersalurkan vertikal, sehingga penambahan panjang geogrid tidak berpengaruh signifikan. Hasil analisis kapasitas daya dukung menggunakan Geo5 ditampilkan pada **Gambar 14** dibawah ini:



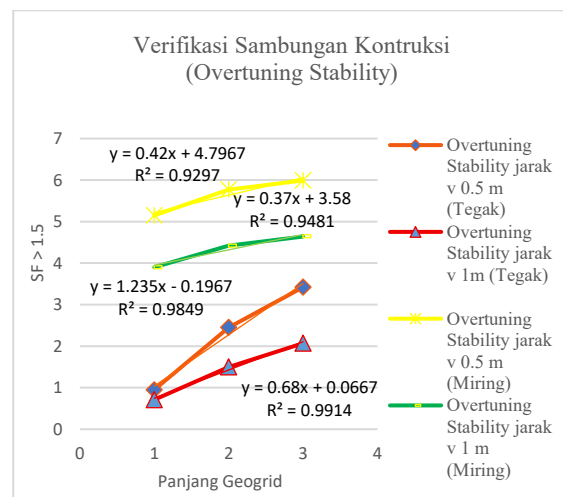
Gambar 14. Verifikasi Kapasitas Daya Dukung

Sumber : Analisa Penulis, 2025

Grafik menunjukkan model regresi linier yang sangat akurat, dengan nilai R^2 sebesar 1 dan 0,75. Artinya, hingga 100% dan 75% variasi nilai faktor keamanan (SF) dapat dijelaskan oleh perubahan panjang geogrid, dengan pola kenaikan yang stabil dan terprediksi.

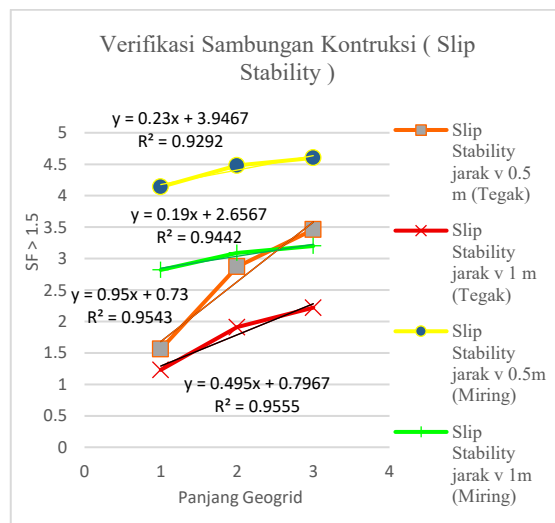
c. Verifikasi sambungan kontruksi

Gabion tanpa geogrid menunjukkan stabilitas lebih rendah. Penambahan geogrid, terutama dengan panjang optimal, terbukti meningkatkan faktor keamanan, seperti ditampilkan pada **Gambar 15** dan **Gambar 16** dibawah ini.



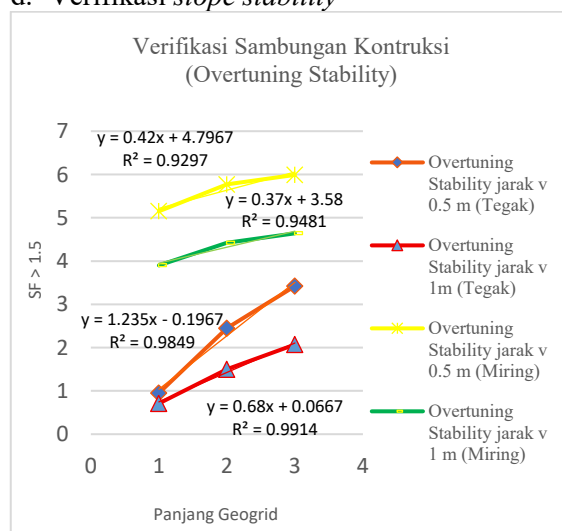
Gambar 15. Verifikasi Sambungan Kontruksi (Overtuning Stability)

Sumber : Analisa Penulis, 2025



Gambar 16. Verifikasi Sambungan Kontruksi (*Slip Stability*)
Sumber : Analisa Penulis, 2025

d. Verifikasi *slope stability*



Gambar 17. Verifikasi Sambungan Kontruksi (*Overtuning Stability*)
Sumber : Analisa Penulis, 2025

Hasil verifikasi terhadap sambungan konstruksi menunjukkan bahwa faktor keamanan terhadap potensi guling dan geser mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Pemasangan gabion secara terpisah memberikan nilai stabilitas yang lebih rendah jika dibandingkan dengan konfigurasi gabion yang dikombinasikan dengan geogrid. Hal ini terlihat dari lonjakan nilai faktor keamanan setelah penambahan geogrid. Temuan ini menegaskan bahwa penggunaan geogrid

dengan panjang yang optimal secara nyata mampu meningkatkan stabilitas sistem. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa integrasi antara gabion dan geogrid—khususnya dengan panjang geogrid yang lebih besar—secara efektif memperkuat kestabilan sambungan konstruksi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi dan analisis penggunaan dinding penahan tanah tipe gabion, baik tanpa maupun dengan kombinasi geogrid, pada ruas jalan Panduman–Sucopangepok untuk mitigasi longsor, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada konfigurasi tegak, gabion menahan tekanan tanah horizontal secara langsung sehingga membutuhkan perkuatan tambahan. Penambahan geogrid terbukti efektif meningkatkan faktor keamanan, khususnya terhadap potensi guling dan geser (lihat Gambar 21, 22, 24, dan 25). Selain itu, daya dukung tanah dan stabilitas lereng juga mengalami peningkatan (Gambar 23 dan 26). Kombinasi paling optimal adalah penggunaan geogrid sepanjang 3 meter dengan jarak vertikal 1 meter, menghasilkan faktor keamanan 2,21 untuk guling dan 3,60 untuk geser. Konfigurasi ini dinilai paling stabil dan efisien dalam menahan gaya lateral tanah.
2. Pada konfigurasi miring, stabilitas gabion cenderung baik karena tekanan tanah searah dengan kemiringan, sehingga gaya lateral sebagian tersalurkan ke lereng. Namun, efektivitas geogrid berkurang karena arah tarikannya tidak tegak lurus terhadap gaya dorong tanah. Hasil analisis Geo5 menunjukkan bahwa gabion miring tanpa geogrid justru lebih stabil, dengan faktor keamanan 2,24 (guling), 1,60 (geser), 1,75 (lereng), dan daya dukung 15,11. Penambahan geogrid dalam berbagai variasi tidak memberi peningkatan signifikan. Oleh karena itu, konfigurasi miring tanpa geogrid lebih direkomendasikan, kecuali dilakukan penyesuaian arah pemasangan geogrid.

B. Saran

Berdasarkan hasil kajian dan temuan, berikut beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut:

1. Disarankan dilakukan uji lapangan atau pilot project untuk memverifikasi kesesuaian hasil perhitungan dan simulasi (seperti GEO5) dengan kondisi nyata di lapangan.
2. Penelitian ini menggunakan satu jenis geogrid. Disarankan studi lanjutan membandingkan berbagai tipe dan material geogrid (misalnya HDPE, polyester), serta arah kekuatannya (unaksial vs. biaksial) untuk hasil yang lebih menyeluruh.
3. Aspek biaya dan kemudahan konstruksi perlu dipertimbangkan. Meski gabion miring tanpa geogrid tampak efisien, evaluasi terhadap ekonomi, waktu pelaksanaan, dan kemudahan pemasangan di medan terbatas tetap diperlukan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Abiezer, D., & Prihatiningsih, A. 2022. Analisis Desain Dinding Penahan Tanah Dengan Waste Material. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 5(4):767-780.
- Aisah, E., & Ardiansyah, D. 2023. Pengaruh Geometri Lereng Terhadap Stabilitas Lereng menggunakan Aplikasi SLOPE/W 2012. *Jurnal Tekno Global*. 12(01):1-7.
- Aisah, E., & Dhiniati, F. 2023. Kapasitas Daya Dukung Pondasi Dangkal dengan Teori Terzaghi dan Mayerhof. *Konstruksia*. 15(1):127.
- Amran, Y., Saputra, A., & Surandono, A. 2021. Perencanaan Perkuatan Lereng Pada Sungai Way Batanghari Menggunakan Metode Irisan (Method of Slice) Dengan Cara Fellenius (Studi Kasus Lereng Pada Daerah Aliran Sungai Way Batanghari, Belakang Kampus 1 Universitas Muhammadiyah Metro). *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi) : Jurnal Program Studi Teknik Sipil*. 11(1):36.
- Das, B. M. 1993. "Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis." Edisi 1. Erlangga. Jakarta.
- Das, B. M. 1995. *Mekanika Tanah Jilid 1(Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik)*. Edisi 1. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dedy Pratama, D., Trisno Lestari, R., & Purnama Putra, P. 2023. Analisis Stabilitas Lereng Dengan Geogrid Dan Bronjong. *Jurnal ARTESIS*. 3(2):207–2013.
- Dharmawansyah, D., Studi, P., Sipil, T., Informatika, F. T., & Sumbawa, U. T. 2017. Alternatif Perkuatan Lereng Pada Ruas Jalan Trenggalek-Ponorogo Km 23 +650. *Jurnal Tambora*. 2(1):42–69.
- Firdaus, M. I., & Yuliani, E. 2022. Kesesuaian Lahan Permukiman Terhadap Kawasan Rawan Bencana Longsor. *Jurnal Kajian Ruang*. 1(2):216.
- Gunawan, G., Siswoyo, S., & Maliki, A. 2018. Perencanaan Perkuatan Timbunan Lereng Bandar Udara Sulawesi Selatan Dengan Geogrids Dan Gabion Tana Toraja – Sulawesi Selatan. *Axial: Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*. 6(1):17.
- Hardiyatmo, H. C. 2010. *Mekanika Tanah II H C Hardiyatmo*. Edisi 5. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Pasole, D., Patanduk, J., & Wong, I. L. K. 2020. Analisis Stabilitas Lereng Disposasi Menggunakan Metode Bishop, Janbu, dan Ordinary. *Paulus Civil Engineering Journal*. 2(3):144–153.
- Pradipa Agung Laksono, & Prihatiningsih, A. 2025. Studi Pengaruh Perkuatan Tanah Menggunakan Geogrid Pada Stabilitas Lereng. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*. 8(1):291–298.
- Putra, M. S., Putra, M. S. G. P., & Misriani, M. 2025. Kajian Teknis Dan Detailed Engineering Design Dinding Penahan Tanah Desa Pulau Panggung, Muara Enim. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*. 8(1):28–38.
- Rumbyarso, Y. P. A., & Pribadi, G. 2023. Analisis Stabilitas Lereng dengan Metode Bishop pada Proyek Geotechnical Investigation Jalur Transportasi Pelabuhan Batubara Marangkayu Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*. 5(02):562–577.
- Suhasmoro, A. R., Munawir, A., &

- Rachmansyah, A. 2014. Pengaruh Kemiringan Lereng Dan Jarak Pondasi Ke Tepi Lereng Terhadap Daya Dukung Pondasi Pada Pemodelan Fisik Lereng Pasir Dengan Perkuatan Geotekstile. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya*. 1(2).
- Sukmawaty, D., & Basry, W. 2024. Analisa Variasi Parameter Input Geogrid Sebagai Bahan Perkuatan Pada Tanah Lunak Analysis of Variations in Input Parameter of Geogrid As A Soft Soil Reinforcement Material. *Jurnal Kolaboratif Sain*. 7(11):4266-4273.
- Wilda, N., Supardin, & Yunus, Y. 2023. Analisa Kegagalan Lereng Pada Jalan Elak Buket Rata STA 272+350 Kota Lhokseumawe. *Jurnal Sipil Sains Terapan*. 6(2):51-58.