

ANALISA STABILITAS LERENG MENGGUNAKAN PERKUATAN SOIL NAILING PADA SISI KANAN PELIMPAH BENDUNGAN ROTIKLOT KABUPATEN BELU PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

Damian Raditya Daniswara^{1*}, Andre Primantyo Hendrawan², Runi Asmaranto²

¹ Mahasiswa Departemen Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya, Malang

² Dosen Departemen Teknik Pengairan, Universitas Brawijaya, Malang

email: damiandaniswara22100@gmail.com

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis stabilitas lereng sisi kanan pelimpah Bendungan Rotiklot di Kabupaten Belu, NTT, yang didominasi oleh tanah lempung Bobonaro dengan karakteristik plastisitas tinggi dan kekuatan geser rendah. Evaluasi dilakukan terhadap kondisi eksisting dan kondisi setelah perkuatan menggunakan metode *soil nailing* serta kombinasi dengan bronjong. Analisis menggunakan perangkat lunak *Rocscience slide* dan perhitungan manual. Hasilnya menunjukkan bahwa perkuatan *soil nailing* dapat meningkatkan faktor keamanan lereng dari 0,998 menjadi 2,065 dalam kondisi normal, dan dari 0,708 menjadi 1,436 dalam kondisi gempa. Kombinasi *soil nailing* dan bronjong memberikan hasil yang lebih optimal. Temuan ini mengindikasikan efektivitas metode perkuatan lereng sebagai solusi geoteknik di daerah rawan longsor.

Kata Kunci: Stabilitas Lereng, *Soil nailing*, Bronjong, Bendungan Rotiklot, Faktor Keamanan

Abstract: This study aims to analyze the slope stability of the right side spillway of Rotiklot Dam in Belu Regency, East Nusa Tenggara, which is dominated by high-plasticity Bobonaro clay with low shear strength. Evaluations were carried out for the existing conditions and after reinforcement using the soil nailing method and its combination with gabions. The analysis utilized Rocscience slide software and manual calculations. Results indicate that soil nailing increased the slope safety factor from 0.998 to 2.065 under normal conditions, and from 0.708 to 1.436 under seismic conditions. The combination of soil nailing and gabions yielded better results. These findings indicate the effectiveness of slope reinforcement methods as a geotechnical solution in landslide-prone areas.

Keywords: Slope Stability, Soil nailing, Gabions, Rotiklot Dam, Safety Factor.

1. PENDAHULUAN

Wilayah timur Indonesia seperti Nusa Tenggara Timur memiliki potensi tinggi terhadap bencana longsor akibat kondisi geologis yang kompleks, curah hujan tinggi, dan tanah yang tidak stabil. Stabilitas lereng menjadi sangat penting dalam pembangunan infrastruktur, terutama di daerah dengan tanah bermasalah.

Bendungan Rotiklot di Kabupaten Belu merupakan infrastruktur vital untuk irigasi, air baku, dan pengendalian banjir. Namun, lereng sisi kanan pelimpah bendungan ini rawan longsor karena didominasi tanah lempung Bobonaro yang plastis dan ekspansif. Jenis tanah ini mudah retak dan kehilangan daya dukung saat basah atau kering, dan semakin berisiko saat terjadi gempa.

Hasil survei menunjukkan bahwa faktor keamanan lereng berada di bawah standar aman

SNI 8460:2017 [1] baik dalam kondisi normal maupun gempa. Oleh karena itu, diperlukan solusi perkuatan lereng yang efektif dan adaptif terhadap kondisi lapangan.

Metode *soil nailing* menjadi salah satu teknik yang terbukti efektif meningkatkan kestabilan lereng. Kombinasi dengan bronjong juga dapat memperkuat kaki lereng. Penelitian ini menganalisis efektivitas metode tersebut menggunakan perangkat lunak *Rocscience Slide* untuk meningkatkan faktor keamanan lereng.

Peningkatan stabilitas lereng tidak hanya berdampak teknis, tetapi juga sangat penting untuk keselamatan masyarakat, perlindungan pemukiman, dan kelangsungan distribusi air irigasi. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi rujukan untuk mitigasi longsor dan perlindungan kemanusiaan di daerah rawan bencana.

2. METODE

Metode penelitian menggunakan pendekatan numerik berbasis perangkat lunak *Rocscience slide*[2]. Parameter tanah diambil dari data bor log lapangan dan hasil laboratorium yang mencakup nilai kohesi, sudut geser dalam, dan berat isi. Model lereng dibangun dengan geometri aktual pada STA 0+0,70, dengan elevasi antara +46,64 m hingga +58,64 m. Perhitungan dilakukan dalam dua kondisi, yaitu:

- Lereng eksisting (tanpa perkuatan)
- Lereng dengan perkuatan *soil nailing*
- Lereng dengan perkuatan *soil nailing* dan Bronjong

Setiap kondisi dianalisis dalam dua skenario[2]:

- Kondisi normal (tanpa beban gempa)
- Kondisi gempa (menggunakan PGA dari peta hazard 2021)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada aplikasi spektrum respons desain Indonesia 2021, yang mengacu pada SNI 8460:2017 [4] di dapatkan nilai PGA pada Bendungan Rotiklot yaitu sebesar 0,4837 g.

Gambar 1. Nilai PGA pada Lokasi proyek

Kelas situs tanah pada Bendungan Rotiklot termasuk tanah lunak (SE). Maka didapatkan nilai F_{PGA} yaitu sebesar 0,9.

Tabel 1. Faktor Amplifikasi untuk PGA

Kelas situs	PGA ≤	PGA =	PGA =	PGA =	PGA
	0,1	0,2	0,3	= 0,4	≥ 0,5
	S _s ≤	S _s =	S _s =	S _s =	S _s ≥
	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25
Batuan (SB)	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Batuan keras(SA)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Tanah keras(SC)	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
Tanah sedang(SD)	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
Tanah lunak(SE)	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
Tanah khusus(FK)	SS	SS	SS	SS	SS

Perhitungan koefisien seismic horizontal (kh) dapat dihitung berdasarkan SNI 8460:2017

(Persyaratan perencanaan geoteknik) [4] dengan perhitungan berikut ini:

- Mencari nilai PGA_M

$$PGA_M = F_{PGA} \times PGA$$

$$= 0,9 \times 0,4837 = 0,435 \text{ g}$$
- Mencari nilai Kh (Koefisien Horizontal)
$$Kh = 0,5 \times \frac{PGA_M}{g}$$

$$= 0,5 \times \frac{0,435}{g} = 0,217$$

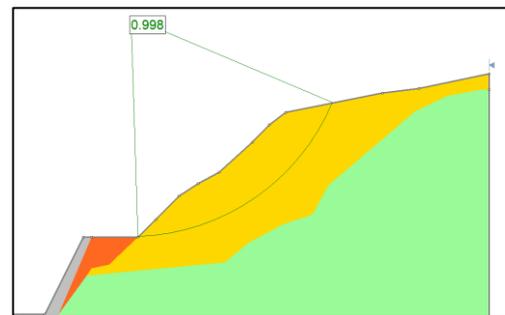
Dan berikut merupakan data parameter tanah yang digunakan untuk melakukan analisis pada Lokasi Bendungan Rotiklot [3]

Tabel 2. Faktor Amplifikasi untuk PGA

No	Jenis Tanah	Berat volume tanah (γ) kN/m ³	Kohesi (c) kg/cm ²	Sudut geser dalam (ϕ) (°)
1	Top Soil	19.69	0,120	18,990
2	Lempung bobonaro	19.20	0,160	24,610

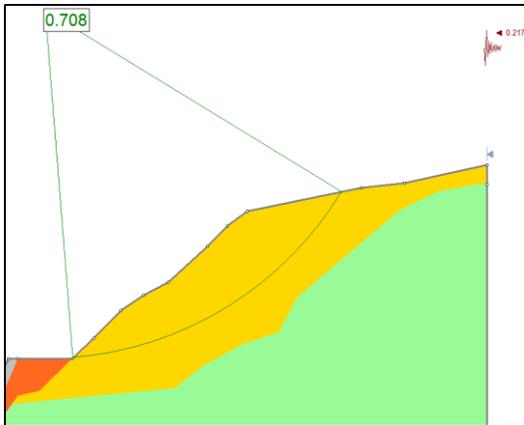
3.1 Kondisi Lereng Eksisting

Menghitung stabilitas lereng eksisting menggunakan program *Rocscience slide* dengan cara memasukkan data parameter tanah dan koefisien horizontal (jika menggunakan beban gempa). Nilai faktor keamanan lereng eksisting pada kondisi tanpa gempa dan kondisi gempa yaitu:



Gambar 2. Lereng Eksisting Kondisi Normal

Pada Lereng Eksisting dalam Kondisi Normal didapatkan bahwa nilai faktor keamanannya yaitu 0,988.



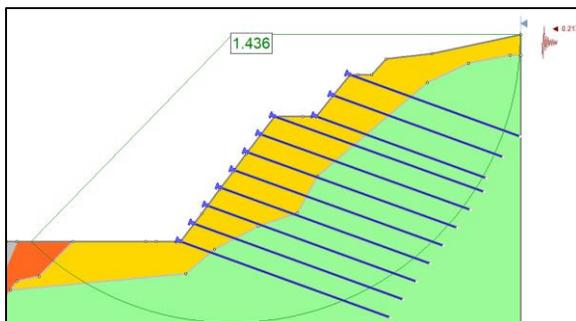
Gambar 3. Lereng Eksisting Kondisi Gempa

Pada Lereng Eksisting dalam Kondisi Gempa didapatkan bahwa nilai faktor keamanannya yaitu 0,708.

Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa lereng berada dalam kondisi tidak aman (di bawah nilai rujukan SNI 8460:2017 yaitu 1,5 untuk kondisi permanen dan 1,1 untuk kondisi seismik).

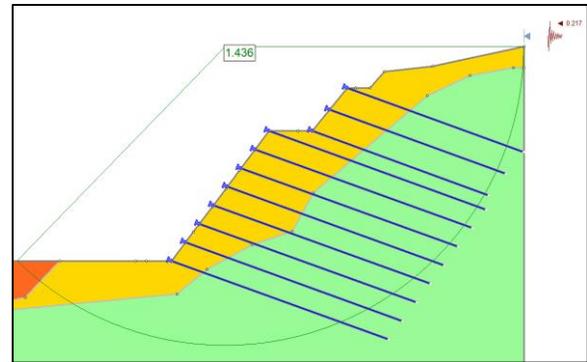
3.2 Perkuatan dengan *Soil nailing*

Perkuatan dilakukan dengan nail yang dibagi pada dua trap lereng. Panjang nail bervariasi dari 13 hingga 16 meter dengan diameter 25 mm baja ulir dan grout K-250 [5]. Setelah simulasi perkuatan:



Gambar 4. Lereng dengan perkuatan *Soil nailing* Kondisi Normal

Pada Lereng dengan perkuatan *Soil nailing* dalam Kondisi Normal didapatkan bahwa nilai faktor keamanannya yaitu 2,065.



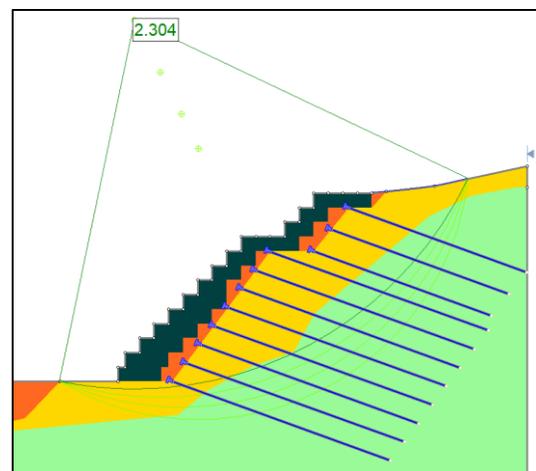
Gambar 5. Lereng dengan perkuatan *Soil nailing* Kondisi Gempa

Pada Lereng dengan perkuatan *Soil nailing* dalam Kondisi Gempa didapatkan bahwa nilai faktor keamanannya yaitu 1,436.

Hasil simulasi ini menunjukkan efektivitas *soil nailing* dalam meningkatkan stabilitas lereng.

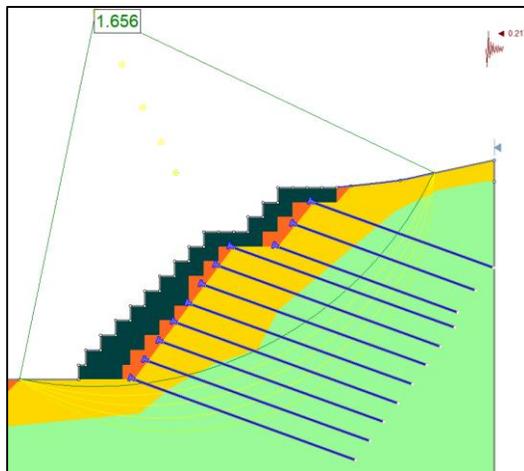
3.3 Perkuatan dengan *Soil nailing* dan Bronjong

Perkuatan dilakukan dengan melakukan Kombinasi antara *Soil nailing* dan Bronjong, diperoleh faktor keamanan :



Gambar 6. Lereng dengan perkuatan *Soil nailing* dan Bronjong Kondisi Normal

Pada Lereng dengan perkuatan *Soil nailing* dan bronjong dalam Kondisi Normal didapatkan bahwa nilai faktor keamanannya yaitu 2,304.



Gambar 7. Lereng dengan perkuatan *Soil nailing* dan Bronjong Kondisi Gempa

Pada Lereng dengan perkuatan *Soil nailing* dan bronjong dalam Kondisi Gempa didapatkan bahwa nilai faktor keamanannya yaitu 1,656.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *Rocscience slide*, terlihat bahwa kombinasi perkuatan *Soil nailing* dan Bronjong memberikan peningkatan Faktor Keamanan (FK) yang lebih signifikan dibandingkan dengan *Soil nailing* saja maupun kondisi eksisting.

3.4 Hasil Perbandingan Analisa



Gambar 8. Grafik Perbandingan pada semua kondisi

Perbandingan FK sebelum dan sesudah perkuatan menunjukkan peningkatan signifikan. *Soil nailing* memberikan efek penguatan melalui kombinasi gaya tahan tarik nail dan gesekan sepanjang panjang elemen. Dalam kondisi gempa, meskipun nilai FK masih di bawah 1,5, namun telah memenuhi batas minimal seismik sesuai SNI.

4. IMPLIKASI HASIL STUDI

Hasil studi ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi analisis berbasis perangkat lunak seperti *Rocscience Slide* memberikan pendekatan yang akurat dalam menilai stabilitas lereng. Perkuatan menggunakan metode soil nailing terbukti menjadi solusi yang layak untuk mencegah longsor pada lereng kritis, terutama di wilayah dengan tanah ekspansif seperti di NTT. Penerapan Studi ini dapat mencegah bencana longsor yang mengancam akses air dari bendungan menuju ke Masyarakat, penerapan metode ini tidak hanya berupa peningkatan keselamatan infrastruktur, tetapi juga perlindungan terhadap kehidupan masyarakat sekitar, menjaga kelangsungan ekonomi lokal, dan mengurangi potensi kerugian sosial akibat bencana.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa lereng di sisi kanan pelimpah Bendungan Rotiklot berada dalam kondisi tidak stabil baik berdasarkan analisis manual maupun menggunakan program *Rocscience slide*. Faktor keamanan (FK) lereng eksisting berada di bawah batas aman baik dalam kondisi normal maupun gempa. Setelah dilakukan perkuatan dengan metode *soil nailing*, nilai FK meningkat secara signifikan dan telah memenuhi kriteria stabil (>1.5 untuk kondisi normal dan >1.1 untuk kondisi gempa). Perkuatan gabungan *soil nailing* dan bronjong memberikan hasil terbaik, dengan FK tertinggi mencapai 2.304 dalam kondisi normal dan 1.656 dalam kondisi gempa. Oleh karena itu, perkuatan menggunakan *soil nailing* sangat efektif dalam meningkatkan stabilitas lereng pada lokasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Atikah, D., Juwono, P.T., & Hendrawan, A.P. (2017). Pengaruh Hujan pada Stabilitas Lereng di Jalan Tol Gempol – Pandaan. *Jurnal Teknik Pengairan*, Volume 8, Nomor 1, hlm 79-88. Carr, S.A., Liu, J., Tesoro, A.G., 2016. Transport and fate of microplastic particles in wastewater treatment plants. *Water Res.* 91, 174e182.

- [2] Cahyono, M.D. (2023). Analisis Stabilitas Lereng Spillway Bendungan Bagong Dengan Perkuatan *Soil nailing*. Politeknik Negeri Malang.
- [3] Kusuma, H. & Santoso, P. (2019). Pengaruh Permeabilitas Rendah terhadap Stabilitas Lereng. Jurnal Geoteknik Nasional.
- [4] SNI 8460:2017. Persyaratan Perancangan Geoteknik. Badan Standarisasi Nasional.
- [5] Wibowo, A.H. (2022). Stabilisasi Lereng Metode *Soil nailing* di Ruas Jalan Giriwoyo-Glonggong KM. SKA. 81+200. Universitas Islam Sultan Agung.